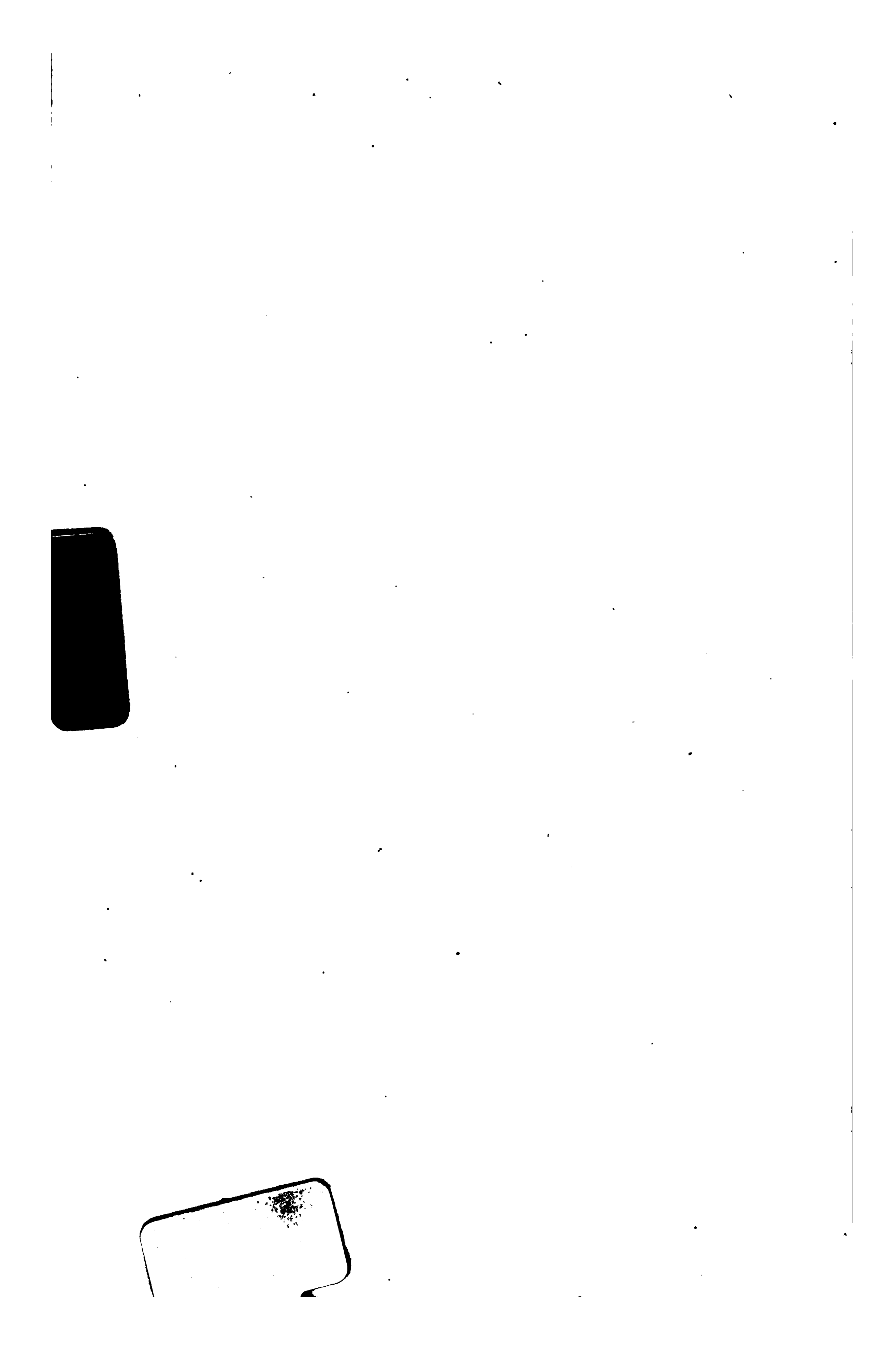




Ar 61.

DIE

# VULCANE DER CAPVERDEN

UND

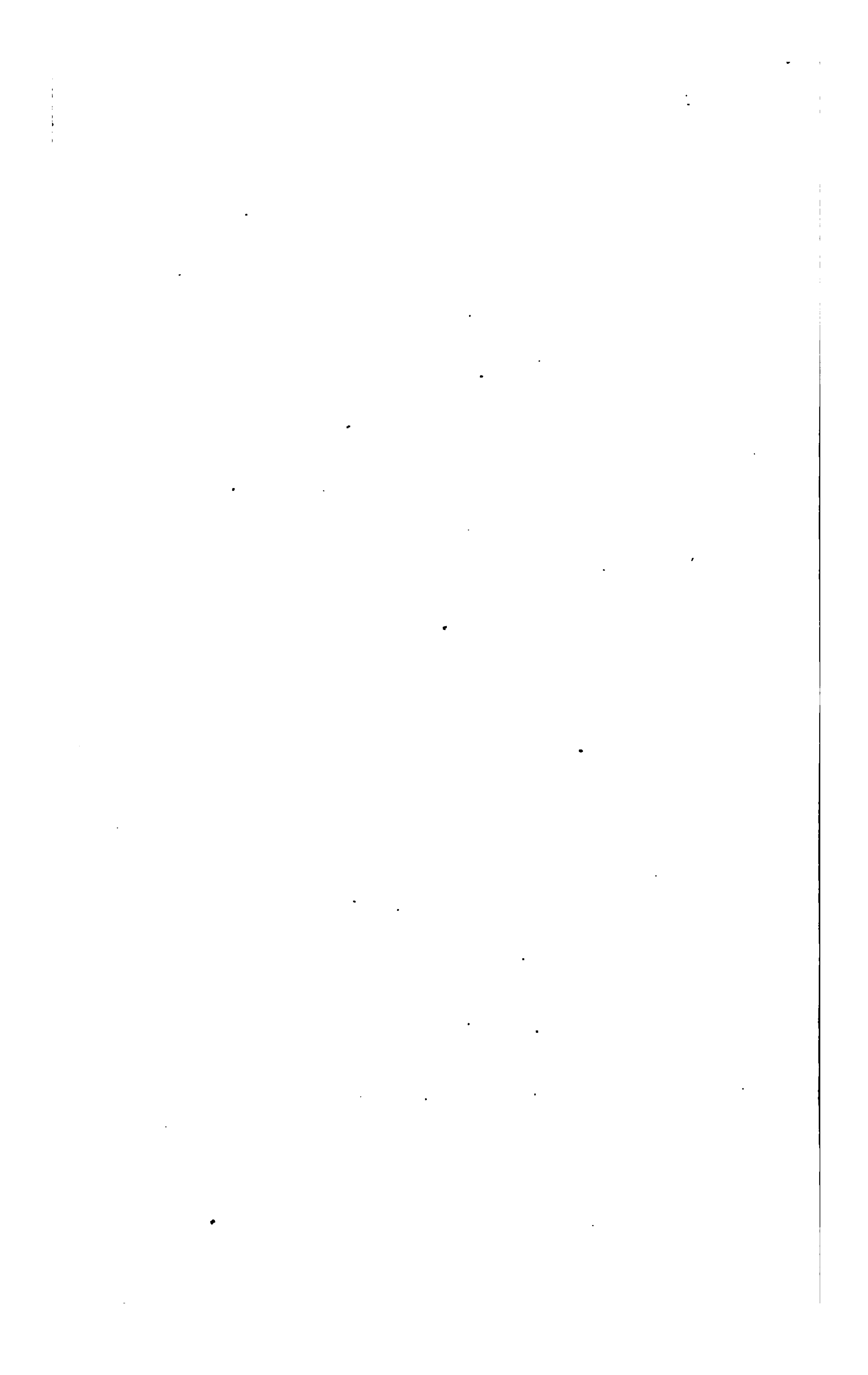
# IHRE PRODUCTE

VON

DR. C. DOELTER
PROFESSOR AN DER K. K. UNIVERSITÄT GRAZ.

MIT DREI LITHOGRAPHIRTEN TAFELN, EINER GEOLOGISCHEN KARTE, DREI PHOTOZINKOTYPIRTEN ANSICHTEN UND VIER PROFILTAFELN IN HOLZSCHNITT.

GRAZ.
VERLAG VON LEUSCHNER & LUBENSKY
K. K. UNIVERSITÄTS-BUCHHANDLUNG.
1882.



DIE

# VULCANE DER CAPVERDEN

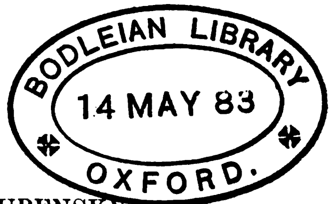
UND

# IHRE PRODUCTE

VON

DR. C. DOELTER
PROFESSOR AN DER K. K. UNIVERSITÄT GRAZ.

MIT DREI LITHOGRAPHIRTEN TAFELN, EINER GEOLOGISCHEN KARTE, DREI PHOTO-ZINKOTYPIRTEN ANSICHTEN UND VIER PROFILTAFELN IN HOLZSCHNITT.




GRAZ.
VERLAG VON LEUSCHNER & LUBENSKY
K. K. UNIVERSITÄTS-BUCHHANDLUNG.
1882.

Buchdruckerei Styria in Graz.

# Vorwort.

Von den atlantischen Inseln ist die capverdische Gruppe bisher fast ganz unbekannt geblieben, während die nördlicheren: Canaren, Azoren und Madeira, von mehreren Seiten genau erforscht worden sind. Die grössere Entfernung, die Schwierigkeit der Bereisung dieser weniger cultivirten Inseln und namentlich auch die sehr beschränkten Communicationsmittel zwischen ihnen, erklären dieses zur Genüge.

Diese Lücke unserer Kenntnisse auszufüllen, war der Zweck meiner Reise; wenn es mir auch wegen der grossen Schwierigkeiten einzelne Inseln zu erreichen — man muss oft viele Wochen auf ein Schiff warten, um die kleineren besuchen zu können — überhaupt wegen beschränkter Zeit- und Geldmittel nicht möglich war, eine vollständige Durchforschung des Archipels auszuführen, so zeigen doch die vorliegenden Resultate — das Vorkommen eines älteren Festlandes, der interessante, complicirte Bau einiger Vulcane der Gruppe, die mineralogisch so vielgestaltigen Producte derselben, die Contactgebilde — dass jene Inseln eine Fülle von interessanten und reichen Vorkommnissen aufweisen, welche sie den übrigen Inseln würdig zur Seite stellen und zu weiteren eingehenderen Forschungen auffordern.

Die vorliegende Schrift zerfällt in einen geologisch-topographischen und einen mineralogisch-petrographischen Theil, welche Trennung wohl geboten war, namentlich auch um eine Reihe von Thatsachen von allgemeiner Bedeutung besser hervortreten zu lassen. Wenn ich bei der Untersuchung der Producte bemüht war, die neuesten Methoden anzuwenden, um dieselben nach allen Seiten hin zu erforschen, bestrebte ich mich andererseits die Resultate derselben so gedrängt und übersichtlich als möglich wiederzugeben, um nicht den Leser durch allzugrosse Details zu

ermüden. Mögen die Mängel, welche die Untersuchung eines so jungfräulichen Terrains nothwendigerweise mit sich bringt, nicht allzuhart beurtheilt werden.

Es ist hier der Ort, Denjenigen meinen Dank auszusprechen, deren Unterstützung mir bei meiner Reise so werthvoll war, vor Allem dem hohen k. k. Unterrichts-Ministerium — für huldvolle Verleihung einer Reise-Subvention, dem k. und k österr.-ungar. Gesandten in Lissabon, Al. Freiherrn von Dumreicher, der portugies. Regierung und den ihr unterstellten Beamten auf den Capverden, dann einer Reihe von Privatpersonen auf letzteren, unter denen ich die Herren: Dr. Custodio Duarte, J. A. Ribeiro und Fileno de Lima besonders erwähnen möchte. Herrn F. Kertscher bin ich für seine Unterstützung bei der chemischen Untersuchung der Gesteine und Mineralien sehr verpflichtet.

Endlich habe ich noch meinen Dank auszusprechen der Verlagsbuchhandlung für die würdige Ausstattung des vorliegenden Werkchens.

Graz, Ostern 1882.

Der Verfasser.

# I.

# TOPOGRAPHISCH-GEOLOGISCHER THEIL.

Der capverd'sche Archipel besteht aus acht grösseren Inseln: S. Thiago, S. Antao, Boavista, Fogo, Mayo, S. Nicolao, S. Vincent, Sal und vier kleineren Eilanden, welche ihrer geographischen Lage nach in zwei Gruppen zerfallen, in eine nördliche: S. Antao, S. Vincent, Sal und Boavista umfassend, in eine südliche, welche aus den vier übrigen gebildet wird. Nur auf vier der Inseln hat der Verfasser dieses eingehendere Studien machen können, auf diese allein soll nun hier näher eingegangen werden. Da bei diesen, relativ noch gut erhaltenen Vulcanen die Topographie von der grössten Wichtigkeit ist, so schien es zweckmässig, die geognostischen Daten mit der Darstellung der topographischen Verhältnisse einzuflechten, welche jedoch nur durch kartographische Darstellungen verstanden werden können; leider bot sich dabei gar manche Schwierigkeit dar, welche hauptsächlich aus dem Mangel an bisher vorhandenen topographischen Karten entsprang.

Es existiren allerdings englische Seekarten in grösserem Massstabe, auf denen auch die Orographie der Länder berücksichtigt wurde, aber an diesen Karten sind höchstens die Küstenumrisse richtig, während alles Uebrige Phantasiegebilde ist; namentlich die englischen Karten von den Inseln S. Thiago und Antao sind dermassen von der Wirklichkeit entfernt, dass sie nicht einmal eine Grundlage zu neuen Karten bilden konnten, sondern am besten gänzlich unberücksichtigt blieben.

Unglücklicherweise hatte ich, im Vertrauen auf die Güte der mir vorliegenden Karten, verabsäumt die nöthigen Instrumente mitzunehmen, und musste, nachdem ich an Ort und Stelle die vollkommene Unrichtigkeit jener Karten erkannt hatte, mich darauf beschränken, mit unvollkommenen Mitteln wenigstens eine Uebersichtskarte zu construiren.

In Bezug auf die Insel S. Thiago war mir die (allerdings einigermassen unvollkommene) Copie einer Manuscriptkarte des verstorbenen Geologen Herrn von Barth, welche ich durch die Güte des Herrn Delgado in Lissabon bekam, einigermassen nützlich, obgleich dieselbe, ebenfalls ohne die nöthigen Instrumente auf einer flüchtigen Reise ausgeführt, vielfach fehlerhaft war und theilweise gänzlich umgearbeitet werden musste. Auf den übrigen Inseln war ich vollkommen auf meine eigenen Beobachtungen angewiesen. Unter diesen Umständen konnten die hier publicirten Karten nur den Zweck haben, eine Uebersicht der Orographie zu geben, um das geologische Verständniss zu erleichtern. Es wurde daher von der Veröffentlichung von Karten im grossen Massstabe, welche ohnehin sehr kostspielig gewesen wäre, Abstand genommen, und muss ich mich begnügen, Uebersichtskarten der vier Inseln zu geben; nur von dem äusserst interessanten und complicirten westlichen Theile der Insel Antao habe ich eine, wenn auch unvollkommene, und der Correctur noch bedürftige Karte in grösserem Massstabe gegeben, welche die Vertheilung der verschiedenen Krater und Kegel zeigt; obzwar dieselbe nur als Skizze aufzufassen ist, so erschien ihre Veröffentlichung zum Verständniss der Topographie dieses Vulcangebirges nothwendig.

Ich will nun näher in die Betrachtung der einzelnen Inseln eingehen.

## Die Insel S. Antao.

Es ist dies die westlichste der Capverden. Sie hat die Gestalt eines Trapezes, ihr Flächenraum beträgt 16 deutsche geographische Quadratmeilen. Die grösste Länge beträgt 7 Meilen. Ihre Breite schwankt zwischen 2,5 bis 3,75 geographischen Meilen. Sie liegt unter 16⁰ nördl. Breite und 27⁰ 20′ bis 27⁰ 44′ westlicher Länge von Paris.

Die südwestliche Küste, die längste, zeigt fast gar keine Einbuchtungen, ihre Ufer sind entweder ganz flach oder höchstens 20—30 M. über dem Meeresspiegel erhoben, und nur in der Ostspitze wird die Küste felsig und höhere Klippen bilden einen unzugänglichen Strand. Die ebenfalls nur unbedeutend eingebuchte Nordostküste ist dagegen ungemein steil, 200—250 M. hohe, steil

am Rande des Meeres sich erhebende Felsen, finden sich bis zur Nordspitze, nur dort unterbrochen, wo die zwei grossen breiten Thäler (von Paule und Ribeira grande) einmünden. Die Punta do Sol oder Nordspitze ist eine gegen Norden vorgestreckte kleine Landzunge von sehr geringer Erhebung, 2—4 M., welche eine kleine Bucht, den einzigen Landungsplatz dieser Gegend, vor dem Anprall der Wogen schützt.

Auf der anderen Seite dieser Bucht hebt sich die Küste wieder und bleibt bis zur Westspitze mehr oder weniger felsig; obgleich nirgends flach, so ist sie doch an einigen Punkten, am Ausgange der Rib. Alta Mira bis zur Rib. Marziana wenig erhoben, während sie von der Punta do Sol gegen Garza sehr steil ist. Weit mehr eingebuchtet erscheint die Westküste; die grosse Tarrafal-Bai zeigt am Ausgange des Thales niedere flache Ufer, welche aber nördlich davon bald zu bedeutender Höhe steigen, während die südwestliche Spitze der Insel ziemlich flach erscheint.

Die Insel S. Antao wird gebildet von einem, von Osten nach Westen laufenden Gebirgsrücken, welcher sich an ein hohes kegelförmiges Gebirge im Westen anschliesst, von dem es durch eine Einsenkung getrennt ist. Letzteres ist das Topo-Gebirge, die höchste Erhebung auf der Insel. Der an dasselbe sich anschliessende Kamm lässt sich in zwei Theile trennen, in den mittleren, das Maroço-Gebirge, in den östlichen, den Pico-Berg mit dem Cova-Krater; wenn auch beide topographisch mit einander verbunden sind, so hat doch der mittlere Theil westlich der Cova einen anderen Charakter, welcher die, aus geologischen Gründen nothwendige, Trennung beider rechtfertigt. Im Süden des genannten Kammes, am Fusse des Gebirges, dehnt sich eine schmale Ebene aus, die durch kleine Hügel unterbrochen wird. Wir wollen zuerst den östlichen Theil der Insel, dann den mittleren Theil und die Ebene am Südabhang des Kammes betrachten, um uns dann dem Topo-Gebirge zuzuwenden.

### Pico da Cruz — Cova.

Von dem, von dem Cova-Krater gegen den Pico da Cruz sanft aufsteigenden Kamme, senkt sich das Gebirge langsam gegen Norden, ziemlich steil gegen Süden. Drei mächtige tief eingeschnittene Thäler durchschneiden den ersteren, während der

südlichere Theil nur von kleinen unbedeutenden Schluchten und Gräben durchzogen wird.

Diese Verschiedenheit der beiden Theile des Gebirges ist sehr auffallend.

Der Pico da Cruz bildet die höchste Erhebung dieses östlichen Rückens. Die Abhänge gegen Süden und Osten sind jäh und steil, der gegen Norden ist nur in seinem obersten Theile steil, während weiter unten die sanftere Abdachung beginnt. Gegen Süden haben wir als Decke nur Schichten eines braunen Tuffes, der oft in Breccien oder dünne Lapillischichten übergeht.

Unter diesen finden wir einige hundert Fuss unter dem Gipfel dunkle Laven, meistens Nephelinbasalte oder Limburgite, welche dann mit jenen Tuffen und Lapillischichten wechsellagern. Aehnlich verhält es sich auf der Nord- und Ostseite, man bemerkt nur oben sehr gut die mächtigen Tuff- und Lapillischichten (mit rothbraunen oder bräunlichweissen Bimssteinbruchstücken); hier finden sich auch kleine, nicht mehr gut erhaltene Kegel und Krater aus demselben Material aufgebaut. An der Spitze des Pico da Cruz selbst bemerkt man keinen erhaltenen Krater. Er besteht aus einem tephritischen Gesteine, an das sich an der südöstlichen Spitze ein weisses Bimssteinconglomerat lehnt, wahrscheinlich war hier ein kleinerer Krater vorhanden, darauf deuten die massenhaften Tuff- und Lapillischichten, die Schlackenbasalte der Lava, die zerrissenen jähen Felswände, welche senkrecht abbrechen und die Auswürflinge.

Nach dem Bau der ganzen Insel zu urtheilen, konnte aber hier kein grosser Krater vorhanden gewesen sein, für den auch der Raum nicht vorhanden ist.

Von diesem Krater scheint die grosse Gangmasse entstanden zu sein, welche man in westlicher Richtung gegen die Cova zu verfolgt und welche aus einem tephritischen Gesteine gebildet wird. Dieses Gestein ist allem Anscheine nach jünger als die Basalte. Stellenweise findet man auch schwarze schlackige Lava und Bimsstein.

Die Auswürflinge des Pico da Cruz bestehen zum grössten Theile aus einem, den Magma-Basalten einzureihenden Gesteine von körniger Structur mit sehr viel Hauyn, daneben findet man

allerhand aus Pyroxen und Olivin, oder reinem Pyroxen oder Pyroxen mit Hämatit bestehende Aggregate.

Vom Pico da Cruz bis zu dem Krater der Cova senkt sich der Kamm; nur 100 M. an beiden Seiten ist er jäh, doch flacht sich circa 100 M. unter ihm an der Nordseite das Terrain sanfter ab als an der Südseite. Er besteht aus jenem Tephrit und aus Phonolith, welcher offenbar aus dem Cova-Krater seinen Ursprung genommen. Dieser ist ein ausgezeichnet erhaltener grosser Krater mit steilen Wänden. Er hat regelmässige Kreisform, sein Durchmesser beträgt 700—900 M.

Der Kraterboden ist vollkommen eben und zeigt öfters basaltische Schlacken, er ist übrigens mit Gras bewachsen und enthält heute sogar eine menschliche Ansiedlung. Gegen die Ribeira da Paule zu, zeigt die Umrandung eine Einsenkung und hat hier der Kraterrand nur eine Höhe von circa 50 M., hier befindet sich auch ein unterirdischer Canal, durch welchen die Gewässer aus dem Krater in die Ribeira da Paule ablaufen. An der gegen den Pico da Cruz gelegenen Seite findet sich die grösste Höhe des Kraterrandes.

Die Kraterwände sind sehr steil, und nur an der Südwestseite führt in unzähligen Windungen ein schmaler Pfad hinab.

Der Bau des Kraters ist unten sehr schön aufgeschlossen. Gegen Norden und Westen beobachtet man mächtige Gangmassen von Phonolith und Tephrit, durch schmale Streifen von Lapilli-Schlackenschichten getrennt, die Phonolithe, welche gangförmig ausgebrochen, bilden weiter unten im Paulethal Decken. Es sind petrographisch verschiedene Gesteine. Das eine, ein gefleckter Phonolith, findet sich in der Ribiera da Torre an verschiedenen Stellen, ein anderes sehr dichtes Gestein wird auch weiter westlich gefunden. Die Verbreitung dieser Phonolithe im nordöstlichen Theile der Insel ist übrigens eine sehr beträchtliche.

An dem südwestlichen Abhange herrschen Bimsstein- und Lapillischichten vor, sowie auch ein olivinreicher, gelbbrauner Tuff. Die Schichtung erscheint oft gestört durch die naheliegenden Lavamassen. Ueber diesen Schichten finden sich dunkle gangförmige Laven gegen Nordwesten und Phonolithe gegen Westen.

Zu bemerken ist, dass auf der Südseite der Phonolith eigen-

thümlich gebleicht ist, wahrscheinlich durch Exhalationen saurer Dämpfe. Der Kraterboden besteht aus schwarzen basaltischen Schlacken. Auswürflinge wurden keine beobachtet. Ebenso fehlen kleinere Gänge oder Bänke vollkommen, wie denn dieser Krater durch mächtige Gang- oder Strommassen ausgezeichnet ist.

Gegen Westen wird der Kegel von der übrigen Gebirgsmasse durch eine kleine Einsenkung, die den Namen Aguas das Caldeiras trägt, getrennt. Merkwürdig ist es, dass die Kraterform von keiner Seite zu beobachten ist, denn erst in unmittelbarer Nähe bemerkt man die Krateröffnung; der höhere Kamm gegen den Pico zu lässt in der That hier keinen Krater vermuthen.

Betrachten wir nun das Land südlich von dem Gebirgszug Cova — Pico. Es wird durch die erwähnten zwei Thäler in drei Theile getheilt.

Auf der Höhe am Abhang der Aguas Caldeiras gegen die Ribeira grande finden wir die Fortsetzung des eigenthümlichen später zu betrachtenden mittleren Theiles des Kammes, welcher aus einer Unzahl von kleinen Tuffkegeln und Kratern besteht, diese verfolgt man auch bei dem Abstiege von Aguas das Caldeiras gegen die Ribeira grande. Tausend Fuss unter jenem Kamme ändert sich das Bild. Der ganze nordöstliche Theil der Insel besteht aus einem mächtigen Aufbaue von Laven, durch Tuff und Lapillischichten getrennt. Die Thäler scheinen nur Erosionsthäler zu sein. Das bedeutendste ist die Ribeira grande, anfangs steil von dem Aguas das Caldeiras abfallend, wird das enge Thal allmälig grösser, seine Wände tief eingeschnittener, zahlreiche ebenso jähe und zerrissene Seitengräben, wie die Ribeira de Joao Alfonso, Barra de ferro münden in dieselbe ein. Einige Kilometer von der Einmündung wird das Thal circa 300 M. breit und sein Gefälle ein sehr geringes; ungemein hohe und jähe Felsabhänge schliessen es ein.

Aehnlich ist die Ribeira da Torre, welche östlich des Cova hren Lauf beginnt, aber nirgends eine bedeutende Breite zeigt, und nur ein Kilometer von ihrer Einmündung sich öffnet und eine kleine Ebene bildet, während sie in ihrem ganzen übrigen Theile ein sehr starkes Gefälle hat.

Ganz denselben Charakter hat die Ribeira da Paule, ein enges, tiefes, aber weit kürzeres Thal, das im Osten des Cova

beginnt und gegen Nordosten verläuft. Diese beiden letzteren Thäler haben nur unbedeutende kleine, ebenfalls tiefe Seitengräben. Ribeira da Torre und Ribeira grande vereinigen sich an diesem Ausgange und auf dem kleinen ebenen Raum, welcher auf diese Art sich gebildet hat, liegt das kleine Städtchen, das einzige der Insel, welches daher auch kurzweg die Povaçao (Dorf) genannt wird.

Durchforscht man dieses Gebiet, so findet man nirgends ein Zeichen einer selbstständigen Krateröffnung, sondern die unter sehr geringem Winkel einfallenden Laven, durch Lapillischichten getrennt, liegen überall gleichmässig auf. Dieselben Nephelin-Basalte, Nephelinite, Feldspath- und Magmabasalte und Phonolithe lassen sich von der Ribeira da Torre bis über die Ribeira da Paule verfolgen, und deuten auf einen gemeinsamen grossen Eruptionspunkt, der eben hauptsächlich in der Cova oder einem zweiten nicht mehr vorhandenen Krater in ihrer Nähe zu suchen ist.

Die steilen mehrere hundert Füss abfallenden Küsten lassen den regelmässigen Aufbau des Massivs deutlich erkennen; die Mächtigkeit der Phonolithe, Nephelinite und Basaltströme wechselt zwischen 10—25 M., die Einschlüsse in den nicht so mächtigen Tuff- und Schlackenschichten sind im Allgemeinen Bimssteine oder Lavabruchstücke von derselben Beschaffenheit wie die Gesteine; an manchen Punkten, wie z. B. drei Kilometer nördlich von Paule, findet man zahlreiche Auswürflinge von augit- und biotitreichen Mineralaggregaten.

In den tieferen Partien dieses Lavamassivs tauchen viele schmale Gänge, die nicht regelmässig vertheilt sind, auf, so sind sie in dem zwischen Ribeira da Torre und Ribeira da Paule liegenden Thale ziemlich selten, während an der Ribeira grande, an der Punta do Sol und westwärts sie oft massenhaft auftreten, namentlich gegen das Garzathal zu werden sie ungemein häufig, hier ist ihre Richtung meistens von WSW. gegen ONO., während in der Ribeira da Paule einige fast senkrecht auf dieser Richtung stehende beobachtet werden. Alle diese Gänge haben nur geringe Mächtigkeit, 1—3 M.; oft stehen sie vertical oder sie fallen unter Winkeln von 60—70' ein; in der Ribeira da Torre ist ihr Einfallen gegen Norden gerichtet.

Das Material dieser Gänge ist von dem der durchsetzten La-

ven gewöhnlich verschieden, am häufigsten in der Ribeira da Paule und in der Ribeira da Torre sind Phonolithe, während gegen das Garzathal zu Limburgit und Feldspathbasalt erscheinen, die Gangmassen dieser Gegend scheinen die Fortsetzung der im mittleren Theile so häufigen Gänge zu bilden.

Wenn der Südabhang schon topographisch von dem nördlichen Gehänge sehr verschieden ist, so ist er es in geologischer und petrographischer Hinsicht ebenso, nirgends finden wir am nördlichen Gehänge selbstständige Eruptionspunkte, solche sind am südlichen sehr häufig, man beobachtet an den Abhängen, wenn man vom Pico oder den Aguas das Caldeiras herabsteigt, eine grosse Anzahl kleinerer, nicht immer gut erhaltener aber trotzdem noch deutlich ihre Selbstständigkeit zeigender Kegel, welche grössere Lavaströme, dunkle olivinreiche Nephelin- oder Plagioklasbasalte geliefert haben, welche die älteren Basalte überlagern; der Phonolith wird hier nirgends mehr sichtbar, möglich ist, dass die tieferen Schichten nicht genügend durch die Schluchten entblösst sind, wahrscheinlich ist es aber auch, dass wenigstens die jüngeren Phonolithergüsse, welche am Nord- und Ostabhang sichtbar, an dem Südabhang überhaupt nicht vorhanden sind, denn auch in den tieferen Schluchten bemerkt man sie nicht. Der einzige Phonolithstrom auf dieser Seite hat sich vom Covakrater gegen die Einsenkung von Aguas das Caldeiras ergossen, die anderen haben sich alle gegen Ribeira da Torre und Ribeira da Paule ergossen, was auch mit der Lagerung im Cova-Krater übereinstimmt, gegen Südosten ist dort kein Phonolith zu beobachten. Diese Verschiedenheit des Gebirges lässt sich übrigens erklären: der anfänglich symmetrische Bau wurde durch das Auftreten kleinerer zahlreicher Schlünde am Südabhang gestört, welche ihr Material nur gegen Süden ergiessen konnten, während der grössere Cova-Krater seine jüngeren phonolitischen Laven in nördlicher und östlicher Richtung ergoss, und etwaige am Südabhang geflossene Ströme von den vielen Basaltlaven jener übergossen wurden, wobei diese zahlreichen Schlünde gewiss zur Zerstörung der älteren Massen beitrugen und daher den steileren Abhang erzeugten.

## Der mittlere Theil der Insel.

Wenn man von der Cova kommend in die Einsenkung von Aguas das Caldeiras tritt und von da auf der Höhe weiter gegen Westen zieht, so sieht man den Kamm sich erweitern, zahlreiche kleinere Krater, meist aus braunem Tuff oder Bimsstein werden am Kamme und am Nordabhange getroffen, während am jenseitigen Abhange Kegel, welche Lavaströme geliefert haben, in grösserer Zahl auftauchen. Steigt man gegen Norden herab, zur Ribeira grande oder Ribeira da Garza, so verschwinden einige 100 Meter unter dem Kamme die kleinen Tuffhügel, und das Gebirge, von tiefen Schluchten durchschnitten, zeigt jenen Aufbau, welchen wir in der Ribeira grande oder Ribeira Paule kennen lernten. Deutlich aufgeschlossen erscheint er in dem wildromantischen jäh eingeschnittenen Garzathale, dessen an 1000 M. hohe Felswände diesen Bau in ausgezeichneter Weise zeigen, sowie in dem Thale von Alta Mira.

Im Garzathale findet man wohl noch wenigstens gangförmigen Phonolith, welcher aber gegen Westen immer seltener wird, und schon im nächsten Parallelthale fehlt er unter den Strömen gänzlich. Die Laven des Cova-Vulcans haben sich offenbar nicht weiter erstreckt als das Garzathal, und hier beginnt die Thätigkeit eines zweiten Schlundes, welchem der mittlere Theil der Insel seine Thätigkeit verdankt. Weiterhin herrschen die Basalte, meistens Limburgite und Nephelinite, bedeutend vor.

Westlich von der Cova gegen die Maroços zu, so heisst der Gipfel dieses mittleren Theiles der Insel, beginnt eine eigenthümliche Formation. Der breite Kamm, sowie die Abhänge, weniger der nördliche als der südliche, sind bedeckt von einer Unzahl von Kegeln und Kratern aus weissem und braunem Bimsstein und feinem Tuff.

Schon in den höheren Theilen des Garzathales und der Ribeira grande sieht man die Spuren zahlreicher Tuff- und Bimssteinkegel, deren Unterscheidung, da namentlich gegen Norden zu die Wirkungen der Erosion schon sehr sichtbar sind, recht schwierig ist. Besser übersieht man diese Masse auf der Kammhöhe zwischen den Aguas Caldeiras und den Maroços. Der ganze Südabhang ist bedeckt mit noch gut erhaltenen Kratern, deren

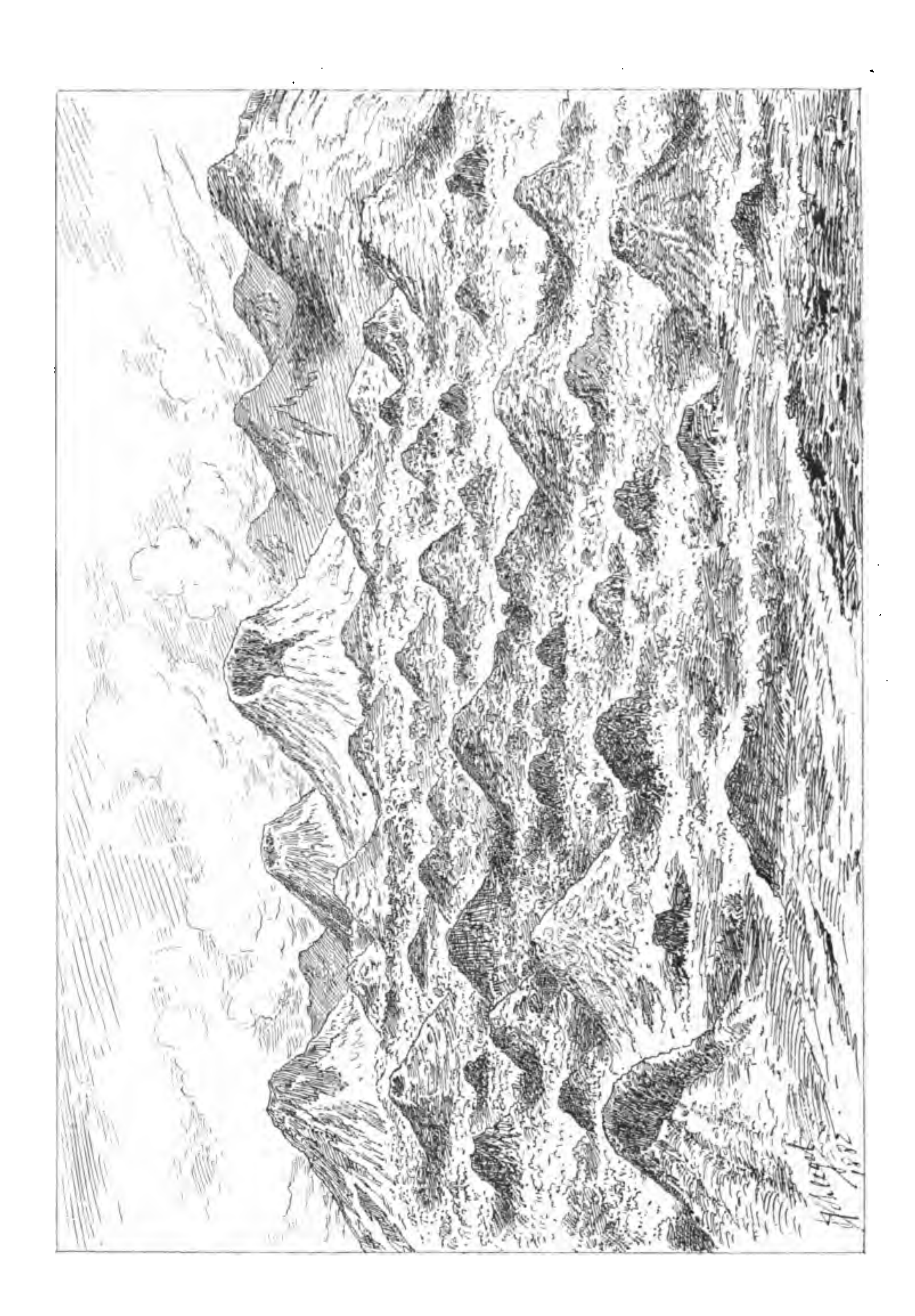
Grösse sehr verschieden ist und deren Zahl kaum festzustellen war. Wenn man von Aguas Caldeiras gegen Westen am Kamm entlang reitet, so findet man mehrere Stunden lang meist nur Bimssteinkegel aus rothem Bimsstein oder braunem erdigen Tuff bestehend: ein höherer Kegel des Monte Polho, welcher einen, gegen Süden geflossenen Lavastrom geliefert hat, schliesst diese Kegel von dem westlichen ab. An den Monte Polho schliesst sich der Morro do Spadana, ebenfalls ein bedeutender Tuff- und Bimssteinkegel ohne erhaltenen Krater, welcher mehrere Lavaströme lieferte.

Von hier zieht sich in einer Entfernung von mehreren Kilometern eine breite, mit Gras und Compositengesträuch bewachsene Ebene, die Chada Lagoa, welche einen merkwürdigen Eindruck erregt, hin.

Gegen Norden sind sie abgeschlossen von einem Kranze höherer Berge, die steil gegen die Chada einfallen, und den Bau aus Tuff und Lapillischichten mit dünnen Lavaströmen deutlich zeigen. Die Breite der etwas elliptischen Ebene beträgt über 1 Kilometer, während die Länge derselben 2—3 Kilometer beträgt. Gegen Süden senkt sich der Abhang ziemlich gegen das Meer zu; einige 100 M. tiefer finden wir eine zweite kleinere Terasse von ähnlicher Beschaffenheit, während auf derselben Höhe wie Chada Lagoa, nur durch einige höhere Kegel getrennt, eine zweite gleiche Ebene beginnt, die Lagoinha (kleine Lagoa), welche sich an die früher erwähnten grösseren Berge Morro di Spadana anschliesst. Die Abhänge gegen Süden, welche von der Ebene durch einige höhere Kegel getrennt sind, zeigen viele kleinere selbstständige Kegel. Die Ebene der Lagoa selbst ist bedeckt von einer Unzahl kleinerer Kegel, welche aus Schlacken und Lava bestehen, nur die grösseren sind Bimssteinkegel. Die Zahl dieser Kegel beträgt in der Chada Lagoa 30—50, und ihre Höhe schwankt zwischen 3—12 M., während ihr unterer Durchmesser sich zwischen 5 und 20 Meter bewegt.

Die Kegel der Chada Lagoinha sind etwas höher und weniger zahlreich, wie sie auch in grösseren Abständen von einander wegstehen.

Wie ist nun die Bildung dieser merkwürdigen Gruppe klei-



ner Kegel, welche die beiliegende Frontansicht[1]) wiedergeben soll, zu erklären? Man könnte vielleicht an eine, den Hornitos ähnliche Bildung denken, d. h. an Erhebungen, die durch Dämpfe auf einem flachen Lavafelde sich bildeten. Wenn man aber die kleinen Kegel näher betrachtet, so findet man keine Aehnlichkeit mit den auf einem Lavastrom sich bildenden, vielmehr machen sie den Eindruck von selbstständigen, in einem alten Kraterboden entstandenen Kegeln, was auch durch den Uebergang zu den ähnlich aufgebauten grösseren Kegeln, welche am Abhange gegen Süden liegen, bestätigt wird.

Wahrscheinlich war der ebene Boden der Chada Lagoa ein grosser elliptischer Krater, dessen Südrand durch spätere Eruption, welche die erwähnten zahlreichen Kegel an dem Gehänge des Berges zu Tage förderte, weggesprengt wurde. Diesen Eindruck gewinnt man auch, wenn man die Chada Lagoa von den höher gelegenen Maroços oder den umliegenden Kuppen betrachtet. Das ganze vulcanische Gehänge von den Aguas das Caldeiras bis zu den westlich gelegenen Maroços ist durch das massenhafte Vorkommen kleinerer, selten über 100 Meter hoher Kegel ausgezeichnet. Spuren eines grösseren Kraters sind ausserhalb der Chada Lagoa, welche wohl den Rest eines solchen repräsentirt, nicht vorhanden. Hinter der Chada Lagoa in nördlicher Richtung findet man die Spuren weiterer 30—80 Meter hoher Kegel, zum Theil mit kleineren Lavaströmen.

Die Chada Lagoa liegt zwischen den Thälern von Garza und Ribeira grande, auch der Abhang gegen ersteres Thal zeigt viele kleinere Krater und östlich von demselben erhebt sich dicht über dem Thale inmitten einer kleinen Hochebene ein grösserer Krater, der Monte Vermelho, der circa 100 Meter hoch ist. Steigt man das Garzathal aufwärts gegen die Maroços, so findet man auf der Höhe weit verbreitete und mächtige Tuffmassen, in denen zahlreiche lose Krystalle, namentlich Augit, Hornblende und Olivin in einzelnen Krystallen, Körnern, sowie auch in Aggregaten sich in ungeheurer Menge finden, und oft bestehen die Schichten aus nichts anderem, als aus solchen losen Krystallen und Krystallbruchstücken. Diese Eruptionsproducte sind jünger wie die früher

[1]) von Südosten aus gesehen.

erwähnten festen Laven, manchmal beobachtet man, dass die Schichtung derselben discordant ist mit der letzteren. Die Eruptionen scheinen bis in die neueste Zeit gewährt zu haben und auch noch stattgefunden zu haben, als die Thäler bereits gebildet waren.

Auf der Höhe angelangt, sieht man den breiten ziemlich ebenen Kamm, auf welchem Laven und Schlacken liegen; steigt man gegen Westen zu dem höchsten Punkte, den Maroços hin, so gelangt man bald an eine kraterförmige elliptische Vertiefung, welche hier noch wenige Dekameter Tiefe besitzt und deren Dimensionen zwischen 100 und 200 Meter schwanken.

Nach Süden senkt sich der Kamm anfangs langsam, terassenförmig, es ist dies anfangs welliges Gebirge, welches sich bis Ribeira fria hinzieht, um dann etwas tiefer plötzlich sich steil gegen die Ebene hin zu senken.

Das Gebirge wird von verschiedenen Thälern durchschnitten, welche alle in der Richtung gegen SO. verlaufen. Das erste kleine Thal ist die Ribeira Pinta, welchem hierauf das breitere Thal Ribeira fria, sowie die Ribeira das Bodas sich anreihen. In den tieferen Theilen dieser Thäler sehen wir einen analogen Bau wie an der Nordseite, mächtige Lavamassen gegen Südosten einfallend, durch kleinere Tuffschichten getrennt. Gänge treten erst in der Ribeira das Bodas auf.

Am Abhange zwischen Ribeira das Bodas und Ribeira Pinta findet man wieder zahlreiche kleinere Kegel, welche zum Theil Bimssteinkegel sind, zum Theil Tuffkrater, die mächtige Laveströme geliefert haben, wie man übrigens Aehnliches auf der ganzen südlichen Abdachung beobachtet hat. Die terassenförmigen oberen Partien der Garza zeigen mächtige Bimssteinschichten, welche auch bis zur Chada Lagoa anhalten; der Bimsstein ist am Südabhang ungleich häufiger verbreitet als am Nordabhang, wo er mehr sporadisch auftritt.

Von dem früher genannten elliptischen Krater steigt man allmählig zu dem höchsten Gipfel, welcher aus dunkler schlackiger Lava besteht und den Namen Maroços führt, es ist ein Kegelberg, welcher keinen Krater zeigt, ein grösserer Krater wird auch nirgends in unmittelbarer Nähe beobachtet, dagegen zeigen sich mehrere selbstständige Kegel aus Tuff und Laven bestehend, welche jedoch nicht die Höhe der Maroços erreichen. Während

der Abhang der Maroços gegen Norden ein flacher ist, sehen wir ihn im Süden sich steil gegen Ribeira das Bodas senken.

Westlich vom Gipfel der Maroços senkt sich jäh der Felsabhang gegen das tief eingeschnittene Thal der Ribeira d'Alto Mira. Hier wird der bisher oft über ein Kilometer breite Kamm plötzlich schmal und es ist daher, da er ausserdem von zahlreichen Schluchten und Rissen durchzogen ist, unmöglich denselben zu verfolgen. Von den Maroços aus gegen Westen zu fällt überdies der Kamm stark ab, und bildet so eine beträchtliche Einsenkung zwischen dem mittleren Theile der Insel und dem westlichen, dem Topoberg.

Die Schluchten an beiden Seiten des schmalen Grates öffnen sich weiterhin zu engen Thälern, welche tief eingeschnitten, von jähen Felswänden umgeben werden. An der Nordseite haben wir ausser dem eben genannten Thale der Ribeira da Cruz, Ribeira da Jorge Luiz und Ribeira Marziana, im Süden die Ribeira das Bodas und ein eigenthümliches Kesselthal die Ribeira das Patas.

Die Wirkungen der Erosion sind in dieser Gegend beträchtliche gewesen, wie die Bildung jener Kammeinsenkung zeigt, welche um nicht weniger als 400 Meter unter den rechts und links auftauchenden Höhen herabsinkt, wenn dabei auch vielleicht andere Kräfte mitgewirkt haben dürften.

Die Thäler der Nordseite sind untereinander in ihrer Bildung sehr ähnlich und zeigen eine Wiederholung des Erosionsthales der Garza, doch sind sie noch enger als dieses, die Kämme, welche sie trennen, sind sehr schmal, oft nur wenige Meter breit, nur mit der grössten Mühe gelingt es auf schmalen Pfaden diese Thäler zu durchqueren und an ihren jähen Felswänden sich hinauf zu arbeiten; auf der Höhe des Grates angelangt, beginnt sofort der Abstieg wieder, an nicht minder steilen und hohen Felsmauern. Eine der schwierigsten Passagen ist der Salto prieto, der schwarze Abgrund, von den Maroços in das Thal von Alto mira führend.

Hier wird der Bau deutlich; unter den Laven, welche offenbar von den Kratern der Maroços stammen, treten die älteren Eruptionsmassen in ihrer Anordnung denen vom Garzathal sehr ähnlich wieder auf, Laven durch Lapilli, Bimsstein und Tuff-

schichten getrennt; auch finden wir hier wieder die massenhaften Auswürflinge von Augit und Olivin, die wir an dem Aufstieg vom Garzathal zu dem Kamme auf dem letzten Absatze fanden. Denselben Bau, Lavaschichten von verschiedener Mächtigkeit, 3—20 Meter, mit dazwischen liegenden Schichten von losem Material beobachten wir in den Thälern von Jorge Luiz, Ribeira da Cruz und Marziana. In den oberen Theilen des Thales ist das Einfallen der Schichten durchgehend nach Nord und Nordwesten ein sehr geringes und beträgt nur wenige Grad, und erst in den unteren Partien der Thäler beträgt es 20—30°.

Im Thale von Marziana ist das Einfallen genau nach Nord und ein Streichen weder nach Westen noch nach Osten zu beobachten; die ganze Gegend an beiden Abhängen wird charakterisirt durch das massenhafte Auftreten zahlloser kleinerer und grösserer Gänge, die fast durchwegs vertical stehen und zumeist die Richtung WSW. bis ONO. zeigen, das ist jedenfalls die häufigste Structur, doch kommen Gänge in allen möglichen Richtungen vor, in dem Thal von Alto Mira zeigen manche eine fast senkrechte Richtung, im Thal von Ribeira das Patas, wo hunderte von parallelen Gängen wie Mauern aus den Schutt- und Tuffmassen herausragen, ist die Hauptrichtung wieder die oben angegebene, doch finden sich in den senkrechten Felswänden derselben auch alle möglichen anderen Richtungen vertreten; neben den senkrecht stehenden Gängen finden sich solche, welche mit 45° gegen Südwesten einfallen; auch eigenthümlich gewundene Gangmassen sind hier keine Seltenheit. Wenn überhaupt die von WSW. nach ONO. gerichteten Gänge sich so ungemein häufig dem Auge des Beobachters darbieten, so ist dabei auch nicht zu vergessen, dass diese Richtung senkrecht zur Thalrichtung steht, und somit solche Gänge sich viel leichter dem Auge eines vorübergehenden Reisenden darbieten, als solche, welche der Richtung des Thales folgen, trotz alledem scheint mir jene Richtung doch die häufigste zu sein.

Der mittlere Theil der Insel, zwischen Ribeira das Patas zum Garzathal scheint erst derjenige, welcher durch das massenhafte Auftreten von Gängen charakterisirt wird; doch ist die Südseite weit ärmer an solchen als der Nordabhang, denn schon an der Ribeira fria hören sie auf, und weiter ostwärts fehlen sie ganz,

ebenso hören sie westlich bei Ribeira das Patas auf, und auch in dieser sind sie nur in dem circusartigen oberen Theile zu finden, während sie weiter unten fehlen. Der Hauptbezirk dieser Gänge ist somit der Nordabhang zwischen der Ribeira Marziana und dem Garzathal, denn wie wir gesehen haben, treten sie in dem östlichen Theile der Insel nur mehr sporadisch auf, während in den Thälern von Alto Mira mindestens von 10 zu 10 Metern ein Gang zu beobachten ist. Ebenso wenig wie die Structur dieser Gänge ist auch ihr Einfallen constant, doch macht man die Beobachtung, dass ein Einfallen von 70—80$^{\circ}$ gegen Süden und Osten am häufigsten ist, wenn nicht die Gänge etwa, was nicht selten zutrifft, senkrecht stehen. Bei den von Süden nach Norden streichenden Gängen ist das Einfallen häufig nach Westen.

Eine radiale Anordnung konnte nicht beobachtet werden, die Gänge kreuzen und schaaren sich häufig. Daher lässt sich leider auch kein Schluss auf ein Eruptionscentrum ziehen. Die meisten Gänge sind sehr schmal und offenbar nur Ausfüllungen von vorhandenen Klüften, nur für die grösseren, welche den erwähnten Parallelismus zeigen, kann angenommen werden, dass ihre Eruption mit der Bildung von Spalten in einer bestimmten Richtung zusammenhängt.

Das Material der Gänge zeigt, sowohl was die einzelnen Vorkommnisse letzterer anbelangt, Verschiedenheiten, während andererseits ebensowenig eine Uebereinstimmung mit den durchbrochenen Lavaschichten zu finden ist. Letztere sind überdies untereinander nicht ganz ident. Das von mir gesammelte Gesteinsmaterial ist nun kein so vollständiges, um bis in das Detail einen vollkommenen Ueberblick der petrographischen Beschaffenheit der Ströme und Gänge geben zu können, doch will ich immerhin meine Resultate angeben.

In Bezug auf die Gesteinsbeschaffenheit der Lavaströme sind in diesem Theile der Insel, sowohl am Nord- wie am Südabhange, Limburgite und Nephelinite durchaus vorherrschend, Plagioklasbasalt dagegen sehr selten. Während also der westliche Theil der Insel durch phonolithische, tephritische Gesteine und Feldspathbasalte charakterisirt wird, fehlen erstere am mittleren Theile gänzlich und werden durch die Magmabasalte, zu denen sich auch Nephelinbasalte gesellen, verdrängt. Ein grosser Reichthum an

Augiten, welche ja auch im losen Material dominiren, kennzeichnet diese Gesteine.

Was das Material der Gänge anbelangt, so sind allerdings noch phonolithische und tephritische Gesteine, wenngleich nicht so häufig, wie die vorwiegenden Limburgite und Nephelinite, vertreten.

---

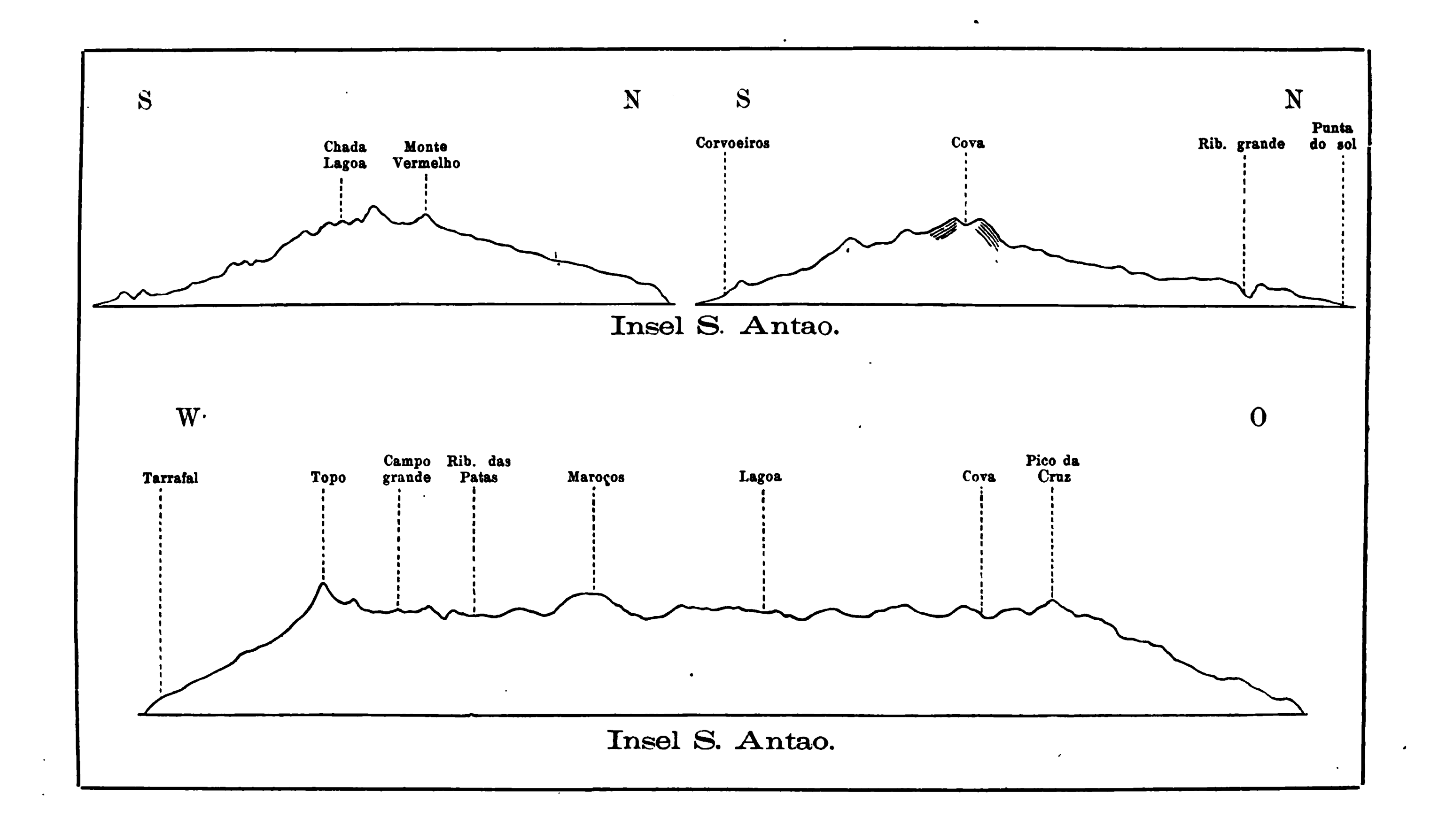
Die nachstehenden Profile sollen zur Erklärung des mittleren und östlichen Theiles der Insel dienen, namentlich aber die topographische Configuration einigermassen erläutern.

Um die Betrachtungen über den mittleren Theil der Insel zu schliessen, wären nur noch einige Bemerkungen über den Bau der Ebene zu machen, welche sich längs der Südküste hinzieht; letztere hat, wie früher bemerkt, nur eine sehr unbedeutende Höhe und erhebt sich langsam zum Fusse des Gebirges, ihre Breite ist sehr verschieden. Bei den Corvoeiros, bei Ribeira fria und Ribeira das Bodas ist sie sehr beträchtlich, 1—2 Kilometer, während sie östlich von den Corvoeiros nur wenige hundert Meter beträgt und ebenso jenseits von Ribeira das Patas schmäler wird. Was ihren Bau anbelangt, so haben wir als Unterlage ältere, vom Kamme des Gebirges stammende Laven, welche von jüngeren Tuffen, Bimssteinen und Lavaströmen überdeckt wurden; diese stammen von kleinen noch recht gut erhaltenen Kratern, welche in der Ebene und am Südabhange überhaupt in grosser Zahl vorhanden sind. Die Höhe der kleinen Bimssteinkrater der Ebene, welche auch Laven geliefert haben, ist eine schwankende, aber wenige haben über 60 M. Manche davon sind noch geschlossen und zeigen einen kleinen Krater, oder es sind vollkommene Kegelberge, andere sind durch Lavaströme auf einer Seite durchbrochen worden; übrigens machen viele davon den Eindruck, als wären sie erst in der allerneuesten Zeit entstanden. Die Zahl der kleinen Krater ist so gross, dass es nicht möglich war, dieselben auf die Karte wegen ihres kleinen Massstabes zu zeichnen und wurden nur einige davon besonders eingetragen, wobei aber auch noch zu bemerken ist, dass sie auf der Karte nothwendiger Weise grösser erscheinen müssen, als sie in Wirklichkeit sind; ihr Durchmesser beträgt an der Basis kaum mehr als 160 M. Dicht bei den Corvoeiros findet man sechs solcher Kegel gegen den Abhang

zu und drei gegen die Ostküste, weitere vier folgen an dem schmäleren Theile der Ebene im Osten; von diesen haben die meisten Laven erzeugt, auch sind die Bimssteinschichten weithin in einiger Entfernung von den Kegeln verbreitet und ist ihre Mächtigkeit ziemlich gross, 4—7 M. Bemerkenswerth ist ein kleiner Krater, der von einem zweiten, eine Somma bildenden Walle umgeben ist und einen kleinen Miniatur-Vesuv darstellt. Ausser den genannten, finden sich noch sechs weitere Kegel, welche grössere Lavaströme (Limburgit mit sehr viel Olivin) geliefert haben, am Abhange gegen Aguas das Caldeiras. Westlich von den Corvoeiros findet man in der Ebene keine Kegel und erst in grösserer Entfernung gegen Ribeira pinta erscheinen weitere drei am Abhange.

Zwischen Ribeira das Bodas und Ribeira pinta finden sich auf der Höhe mehrere solcher Kegel, wie sie denn auch am Abhange der Chada Lagoa, wie früher erwähnt, in grosser Zahl auftreten. Auch am Ausgange der Ribeira das Bodas finden sich vier kleinere Bimssteinkegel, und eine Reihe anderer, von welchen ein sehr hoher in der Nähe der Südspitze erscheint, findet sich gegen Ribeira das Patas und weiter gegen Südwesten zu. Die Zahl der am Fusse des südlichen Abhanges zerstreuten Kegel beträgt circa 20, ohne die zahlreichen selbstständigen Kegel an den höheren Gehängen mit zu rechnen, deren Zahl festzustellen nicht möglich war, da man sie von keinem Punkte gleichzeitig übersehen kann und daher leicht Täuschungen ausgesetzt ist; doch glaube ich wohl behaupten zu dürfen, dass ohne die kleinen Schlackenkegel der Chada Lagoa wohl 40—50 solcher kleiner selbstständiger Kegel vorhanden sind.

Was nun die Entstehung dieses mittleren Theiles der Insel anbelangt, so haben wir nirgends einen grösseren Krater beobachtet, von dem anzunehmen ist, dass er Anlass zu der Aufschüttung jener Lavamassen gegeben hat. Während wir in dem östlichen Theile der Insel den Cova-Krater als denjenigen ansehen können, welcher wohl das meiste Material zu seiner Bildung geliefert hat, ist nicht mit Sicherheit zu ermitteln, ob der mittlere Theil der Insel, zwischen Ribeira das Patas und Aguas das Caldeiras durch einen oder mehrere Krater erzeugt worden ist, jedenfalls ist der Hauptkrater so wie er aller Wahrscheinlichkeit nach existirte, nicht mehr vorhanden; und wenn man auch ver-




Insel S. Antao.

Insel S. Antao.

muthen kann, dass dies der früher vermuthete Krater der Chada Lagoa war, so kommt man doch zu der Ueberzeugung, dass jedenfalls nach der Bildung der mächtigen Lavamassen, welche sich allenthalben in dieser Gegend zeigen, nach dem Empordringen der zahlreichen Gänge, welche in der Ribeira das Patas, im Alto mira und im Garzathal so massenhaft auftreten, die Richtung der vulcanischen Kraft sich geändert hat; statt eines oder weniger grosser Schlünde, enstanden eine Unzahl kleiner und unbedeutender Krater, welche dem Kamme und dem Südabhange seine jetzige merkwürdige Configuration gaben, und welche wohl die ursprüngliche Form des Gebirges durch die bedeutenden Bimssteinmassen, welche sie lieferten, und wohl auch durch das mit der Eruption verbundene Durchbrechen der Schichten bedeutend modificirten.

Die Erosion, welche die älteren Theile des Gebirges so vielfach veränderte, hat nicht Zeit gehabt, diese jüngsten Producte zu zerstören, und dieses zeigt (namentlich, wenn man das tropische Klima bedenkt), dass die Periode der Ruhe bei den Vulcanen S. Antao's vor nicht gar zu langer Zeit eingetreten sein mag.

## Der Topo da Coroa.

Ich komme nun zur Betrachtung des interesantesten Theiles der Insel, welcher auch die höchsten Erhebungen zeigt, des westlichen. Eine scharfe Trennung derselben von dem bisher betrachteten ist in Bezug auf die topographische Gestaltung nicht ganz durchführbar, denn der Nordabhang desselben ist mit dem eben betrachteten so verschmolzen, dass man die Grenze anzugeben nicht im Stande ist. Der südliche und südöstliche Theil ist dagegen schärfer begrenzt und alle Beobachtungen führten zu dem Schlusse, dass die Ribeira das Patas so ziemlich die Grenze beider bezeichne. Dies zeigt auch ein Blick auf die allerdings wenig vollkommene Karte. Das Gebirge nimmt westlich von jenem Thale einen anderen Charakter an; der bisher überall beobachtete, mehr oder minder breite Kamm verschwindet jenseits der Einsenkung, welche auf Pag. 16 besprochen wurde, gänzlich, um einem ziemlich kreisrunden Gebirge, auf dessen Höhe eine Ebene erscheint, Platz zu machen. Es ist dies das Topo-Gebirg, eine der interessantesten Vulcanruinen. Man kann in diesem Ge-

birge zwei Theile unterscheiden, den Gipfel des Topo da Coroa und sein Vorland. Der Topo stürzt nur gegen Westen direct ab, gegen Norden, Osten und Südosten dehnt sich am Fusse des Gipfels, in einer Höhe von 1630 M. ein Hochplateau, mit zahlreichen selbstständigen Gipfeln aus, das gegen Südosten von einem Kranz von Bergen umgeben ist. Die Abhänge dieses Plateau's gegen Norden verlaufen wenig steil und zeigt auch hier der Nordabhang etwas sanftere Formen als der Südabhang.

Letzterer hat viel Aehnlichkeit mit dem Abhange der Chada Lagoa und Aguas Caldeiras gegen Süden. An den anfangs steilen Flanken, die weiter untenhin sich mehr verflachen, finden sich zahlreiche, zum Theil eingestürzte, zum Theil besser erhaltene Kegel, welche, wie wir alsbald sehen werden, auch am Fusse des Gebirges in nicht geringer Zahl auftreten. Ungemein steil ist der Abhang gegen Südosten, gegen das schon mehrfach genannte Thal Ribeira das Patas. Diese Abhänge sind grösstentheils jäh, nahezu senkrecht, und prachtvolle, nicht weniger als 800 M. tiefe Abgründe sind daselbst entblösst. Von dem oberen bewohnten und bebauten Theile der Ribeira das Patas, einer Hochebene von circa zwei Kilometer Durchmesser überblickt man sehr gut den Bau der umringenden Felsmassen. Halbkreisförmig wird dieser Circus von den jähen Felswänden eingeschlossen, auf deren Höhe die kleineren, später zu erwähnenden Krater des Covao, des Cirro, des Lasnas sich erheben, gegen Nordosten erblickt man jene früher erwähnte Einsenkung, welche die Massen des Topogebirges von denen der Maroços trennt. Auch von dieser Seite ist der Abhang sehr steil, während nach Süden hin das Thal sich öffnet und auch gegen Osten ein nicht sehr hoher Felsgrat das Thal von der Ribeira das Bodas scheidet.

Der Ostabhang des Topogebirges zeigt eine regelmässige Reihenfolge von Lavaschichten verschiedener Mächtigkeit durch kleine Lapilli-, Tuff- und Bimssteinschichten getrennt. Die Lagerung ist hie und da local gestört, meistens aber liegen die Schichten nahezu horizontal, doch ist an der Nordseite das Einfallen gegen Norden deutlich zu beobachten, während ebenso eine Neigung gegen Süden an dem gegenüberliegenden Abhange sich zeigt. Nur am Abhang gegen Westen ist es schwer zu sagen, ob eine Neigung gegen Osten vorhanden ist. Zahlreiche Gänge, meistens

mit den früher erwähnten Streichen, oft aber in allen möglichen anderen Richtungen, oft fast horizontal oder verschiedene Winkel mit der Verticalen bildend, oder auch senkrecht stehend, durchziehen zu Hunderten das Ganze.

Ueber den erwähnten Lavamassen zeigen sich auf der Höhe deutlich die jüngeren Bimssteinschichten und die Laven und Schlacken; welche von den kleineren auf der Höhe befindlichen Kratern geliefert wurden.

Der Boden des Circus von Patas ist zum Theil wellig, zum Theil eben und zeigt derselbe mehrere, im Niveau von einander um einige 30 Meter verschiedene Terrassen, welche mit Schutt bedeckt sind. Solche Schuttmassen haben mehrfach das Terrain verändert und nicht wenig haben neuere Bimssteineruptionen dazu beigetragen, die offenbar nach der Bildung des Circus stattgefunden haben. Der Kessel wird in seinem unteren Theile von einem grossen Kegel, der noch die Spuren einer Krateröffnung trägt, dem Monte Silva abgesperrt. Es ist dies ein Bimssteinkrater, der auch einen Lavastrom (Limburgit) geliefert hat. Auch am Rande gegen Osten sind häufig Spuren von Bimssteineruptionen zu sehen, welche auch den Abhang gegen Ribeira das Bodas bedecken. Diese Schichten haben sich abgelagert, nachdem die Kesselbildung bereits stattgefunden hatte. Inwiefern die Eruptionen, welche sie lieferten, an der Bildung des Circus betheiligt waren, und ob überhaupt derselbe seine Gestaltung vulcanischen Kräften verdankt, wird besser am Schlusse dieses Kapitels erörtert werden.

Gegen Nordosten ist das Topogebirge nicht scharf von dem übrigen Thale der Insel getrennt. In der Ribeira Marziana kann man schon aus der Lagerung der Schichten folgern, dass die Lavaströme, welche in dem Thale auftreten, noch zum Topogebirge zu zählen sind; ob jedoch die in der Ribeira da Cruz anstehenden Massen noch dazu zu zählen sind, habe ich nicht mit Sicherheit entscheiden können. Das Auftreten der Ganggebilde, welche im eigentlichen Topogebirge sonst nicht auftreten, macht es unwahrscheinlich. Von der Ribeira Marziana steigt man steil zu der Hochebene, welche in diesem Theile Chada Balbo genannt wird und wo die jüngeren Eruptionsproducte sichtbar werden. Der Abhang des Gebirges gegen Norden ist sehr regelmässig,

nur am Fusse findet man einige kleine secundäre Krater. Gegen Westen ist der Abhang sehr steil, ein wasserreiches, tief eingeschnittenes, ungemein schmales und unzugängliches Thal, die Ribeira do Tarrafal de Monte Trigo, trennt den Südabhang vom westlichen; hier sieht man überall die Lavaschichten in der Richtung gegen Westen, unter Winkeln von circa 30° einfallen. Gänge sind nirgends sichtbar. Am höchsten ist der Abhang des Topo gegen Nordwesten, der Gipfel fällt hier unmittelbar zum Meere zu und die Neigungswinkel der Umrisse schwanken zwischen 30—40°, erst gegen die Nordwestspitze der Insel zu wird die Neigung sanfter.

Man sieht demnach, dass die Neigung des Gebirges von dem Hochplateau aus gerechnet, mit Ausnahme des jähen Abhanges gegen Ribeira das Patas, wo offenbar der ursprüngliche Abhang zerstört wurde, allenthalben ziemlich gleich ist, nur dort, wo das Gebirge direct vom hohen Gipfel des Topo zum Meere sich senkt, ist er weit steiler.

Gehen wir nun zur Betrachtung der Configuration und geologischen Beschaffenheit des Hochplateau's über. Steigt man von Nordosten an, z. B. aus der Ribeira Marziana, so wird man, ohne einen irgendwie bedeutenden Kamm passirt zu haben, oben angelangt, plötzlich sich auf dem Hochplateau, das hier den Namen Chada Balbo führt, befinden; gegen Süden wird dasselbe begrenzt von mehreren Kegeln, von welchen der bedeutendste den Namen Cirro trägt, und welcher auch auf der Höhe des jähen Abhangs von Ribeira das Patas sichtbar ist; neben ihm finden sich mehrere aneinandergereihte Kegel ohne deutliche Spuren von Kratern, welche sich circa 200 M. über der Hochebene erheben. Gegen Osten wird die Chada Balbo nur von einigen niedrigen Bimssteinkegeln eingeschlossen, welche durch die Erosion schon bedeutende Veränderungen erlitten haben. Gegen Westen endlich wird sie durch die sanft ansteigenden Vorberge begrenzt, welche die Ausläufer des Topo da Coroa bilden. Die Chada Balbo zeigt, wie man sich leicht denken kann, keine vollkommene Horizontalität, da die Erosion an dem nördlichen Ende eine kleine Senkung des Niveaus hervorgebracht hat; mehrere Wasserrisse 5—20 M. tief durchziehen mit der Richtung gegen Nordwest diese Fläche.

Was die geologische Beschaffenheit derselben anbelangt, so finden wir am Nordostrande und Nordrande Basaltschlacken, Bimssteine; in den Wasserrissen beobachten wir blaugraue, sehr sanft gegen Nordost einfallende, circa 10 M. mächtige Lava und darüber gelbliche und bräunliche Bimssteine, die deutlich geschichtet sind; die einzelnen Schichten haben eine Mächtigkeit von 0·3 bis 1 M., oft sind deren 20 übereinander gelagert. Der Bimsstein dieser Ablagerungen ist meistens filzig oder faserig, nicht körnig und kommen Bruchstücke von allen möglichen Dimensionen von Nuss- bis Kopfgrösse vor. Die Chada Balbo zeigt elliptische Form und ist in der Richtung nach Norden in die Länge gezogen, gegen Süden schliesst sie sich allmählig an eine zweite Ebene, an das Campo grande. Dieses beginnt zwischen dem auf der Karte verzeichneten Krater Penella quente und dem gegenüberliegenden Vulcane Cirro. Das Terrain steigt hier um wenige Meter langsam gegen Südosten an. Die Ebene zwischen den beiden Bergen hat eine Breite von circa $^1/_5$ Meile. Hinter dem kleinen Krater, Penella quente und dem Krater, welchen ich Monte Luiz genannt habe, setzt jedoch die Ebene bis zu dem Fusse des Siderao-Kraters fort, mithin hat die Ebene einen Durchmesser von fast 0.45 Meilen, doch beginnt hinter dem Krater Penella bereits eine sanfte Erhebung von 10—25 Metern über dem tiefsten Punkte. Das Campo grande lehnt sich nun vom Vulcane Penella quente bis zu dem Abhange des Lasnas-Pic und dem Penella de pasto bis zum Steilrande des Monte Covaocigno aus, wobei jedoch die nördlicheren Theile eine sanfte Erhebung um circa 10 M. gegen Nordwesten zeigen, während jenseits der Lagoinha eine kleine Senkung gegen Südwesten beginnt. Die Dimensionen sind in der Richtung Penella quente-Lasnas circa 0·85 Meilen und von den beiden kleinen Kratern am Ausgange des Tarrafalthales bis zum Cirro fast genau so viel. Diese, nicht überall ganz ebene Fläche wird durchbrochen durch mehrere Kegel von verschiedenen Dimensionen und Höhen.

Der kleine Krater Penella quente ist nahezu kreisrund und sein Durchmesser beträgt circa 50 M., seine Tiefe circa 20 M., er hat sehr regelmässige Kegelform und besteht aus schwarzen Pyroxenitschlacken.

Der von mir Monte Luiz genannte Krater ist etwas niedriger

und gegen Südosten eingestürzt; auch er besteht aus Schlacken; neben ihm erhebt sich ein circa 15 M. hoher, kleiner vollkommener Kegel ohne Oeffnung. Südwestlich von Monte Luiz erhebt sich der Monte Phileno, ein regelmässiger Schlackenkegel, und weiterhin ein mit ihm zusammenhängender unbenannter weiterer Schlackenhügel. Südlich davon zieht eine kleine Bergkette mit zwei Spitzen, der Monte Carneiro, ähnlich aufgebaut. Der Boden der Ebene besteht hier aus Laven von sehr geringer Mächtigkeit (Limburgit und Nephelinit), deren Neigung zeigt, dass sie aus dem Hauptvulcan stammen, ferner aus braunen Tuff- und aus schmalen Bimssteinschichten.

Aus dem eigentlichen Campo grande erheben sich nun zwei hohe Kegel, der eine, ein Bimssteinhügel mit kleinem, wenig tiefen Krater, ist sehr steil und hoch (die Erhebung beträgt circa 120 M. über der Ebene). Dieser Kegel, der den Namen Renha perna führt, hat auch zwei kleine Lavaströme geliefert, welche jedoch kaum weiter als über den Fuss des Kegels sich erstrecken. Der zweite Berg, der Morro traversado, hat eine längliche elliptische Form, und ist gegen Südosten niedriger und sein ehemaliger Krater ist durch Erosion bereits verändert, besteht aus braunen Tuffen und Bimssteinen.

Die Ebene südlich dieser beiden Berge, führt den Namen Campo da Morro traversado. Aus ihr erhebt sich ein kleiner, halb eingestürzter Kegel, der einen Pyroxenit-Lavastrom geliefert hat, die Lagoinha. Von diesem Punkte gegen Südwesten senkt sich das Terrain etwas, bis zu zwei kleinen Schlackenkegeln, wo bereits der steilere Abhang beginnt. In den Gräben des Campo grande, welche oft eine Tiefe von 10 M. und darüber zeigen, kann man den Aufbau gut beobachten; auch hier sieht man wieder 4—8 M. mächtige Laven gegen Nordost sehr sanft einfallend und sehr dünne auf einander deutlich geschichtete Lagen von gelblichem und bräunlichem Bimsstein, welche über denselben liegen. In Bezug auf die petrographische Beschaffenheit bemerkt man sehr viele Varietäten. An dem Biscotto genannten Ort sammelte ich Nephelinit und Limburgit, weiter oben gegen den Pico Lasnas, Tephrit und Plagioklas-Basalt; an ersterer Localität fand ich viel Augit und Olivin-Auswürflinge, letzteren nicht in körnigen Aggregaten, sondern in Krystallen.

Im Campo Balbo und im Campo da Morro traversado findet man sehr häufig grobkörnige, syenitische Auswürflinge, wie denn namentlich letztere, welche viel Schlacken aufweisen, auf einen alten Kraterboden deuten könnten.

Wenden wir uns nun zur südöstlichen Umwallung der Hochebene. Vom Cirro, einem 100—150 M. hohen, an dem Abhang gegen Ribeira das Patas gelegenen, halb eingestürzten Kegel, der bereits ausserhalb des Bereiches der kleinen Detailkarte liegt, dehnt sich ein Kranz von Hügeln gegen den höchsten Punkt, den Pico Lasnas hin.

Die zunächst dem Cirro gelegenen, sind keine gut erhaltenen Krater, sondern halb eingestürzte oder noch undeutlich erhaltene Kegel, welche aus Bimsstein und Tuffen bestehen. Bimsstein bedeckt diesen ganzen Theil bis zu dem Steilrand der Ribeira das Patas. Einige dieser Krater haben kleine Lavaströme geliefert, so der Lenhal, an dessen Südwestseite ein aus Pyroxen mit grösseren Haüynen bestehendes Gestein gefunden wird.

An den Lenhal schliesst sich der grössere Covao-Krater an, während vor dieser Kette eine Reihe von zusammenhängenden niedrigeren Kegeln sich findet, welche ebenfalls aus Bimsstein und Tuff gebildet sind.

Der Covao ist ein circa 500 M. langer, nicht ganz kreisförmiger, etwas elliptischer Krater von circa 30 M. Tiefe: der Kraterwall steigt sehr sanft von aussen und erhebt sich nur um circa 30 M. über dem Lenhal und seinem westlichen Vorberg. Er besteht aus einem eigenthümlichen Tuffe, dessen Hauptbestandtheil Haüyn, Augit und Nephelin sind. Auch Lavaströme von gleicher Zusammensetzung hat der Covao geliefert, welche gegen Süden und Westen beobachtet werden können.

Der Abhang des Lenhal und des Covao gegen Ribeira das Patas ist nicht steil, da mehrere Bimssteinhügel ein welliges Terrain erzeugen. Vom Covao gegen Süden finden wir zunächst mehrere Bimssteinhügel; hierauf gelangen wir zu dem Pico de Lasnas, einem hohen und langgedehnten schmalen Rücken, welcher nach beiden Seiten steil abstürzt und im Gegensatze zu den bisher betrachteten Bimssteinmassen aus Laven besteht. Hier zeigt sich auch nirgends eine Spur von Krater, am Kamme finden wir

zahlreiche Schlacken, an den Abhängen Lavamassen und sehr wenig Tuff oder Bimsstein dazwischen.

Im Osten des Pico de Lasnas, am Abhange, ist eine kleine Ebene sichtbar, aus welcher sich ein niedriger aber ziemlich grosser elliptischer Bimsstein- und Tuffkrater erhebt, der Chada Lasnas, welcher aber bereits ausserhalb der Karte liegt. An den Pico schliesst sich ein aus Tuff und Lava bestehender Hügel, der von mir Monte Ella genannte Berg an, welcher eine regelmässige Schichtung der aus abwechselnden Tuffen und Laven bestehenden Massen zeigt. Die Gesteine derselben zeigen eine eigenthümliche blaugrüne Färbung. Der Kamm der Umwallung senkt sich merklich gegen Süden.

Wir gelangen nun zu dem weit niedrigeren Campo redondo. Es ist dies ein elliptischer Kessel, dessen grosse Axe nicht ganz 1·6 Kilometer beträgt, und welcher von einer ungefähr 30—50 M. hohen Umwallung eingeschlossen wird. Doch sind die Abhänge derselben keineswegs schroff und steil wie bei den bisher gesehenen Kratern, sondern durch Erosion bereits stark verändert, verwaschen und abgeflacht, zahlreiche Wassergräben tragen zur Veränderung der ursprünglichen Form bei. Der Abhang der Umwallung nach Aussen gegen das Campo zu ist viel sanfter und ebenfalls erodirt. Man findet hier, namentlich gegen den kleinen Halbkrater im Westen, einen allmäligen Uebergang zur Ebene. Diese Umwallung besteht aus gelbweissem und rothbraunem Tuff und Bimsstein und Lava, welche auch in der Kraterebene selbst sich finden. An dem Westabhang jedoch, gegen das Meer zu, welcher sehr niedrig ist, findet man nur mächtigere Lavaströme. Hier fängt die Abdachung gegen das Meer zu an, welche ziemlich sanft verläuft. Von derselben geniesst man eine herrliche Rundsicht auf die Inseln des capverd'schen Archipels und auch auf die Südostküste der Insel selbst. Bemerkt sei, dass man schon in der Kraterebene Schlacken und Lava findet. Auf der Höhe des südöstlichen Kraterwalles ist der Eingang zu einer grossen, ziemlich weit nach unten sich erstreckenden Höhle, sie erinnert in Manchem an die von Hartung [1]) früher beschriebene und abgebildete Höhle, ist jedoch von geringeren Dimensionen als letztere.

---

[1]) Die Azoren, Atlas.

Obgleich das Campo redondo und seine Umwallung schon einigermassen durch Erosion verändert ist, so scheint mir doch kein Zweifel obzuwalten, dass dasselbe einen grösseren Krater vorstellt und dass dieser weite Kessel nicht etwa der Erosion seine Bildung zu verdanken hat.

Westlich vom Campo redondo erheben sich nun eine Reihe kleinerer oder grösserer Kegel und zum Theil schon zerstörter Krater, die ein schwer darzustellendes Terrain bilden, welches in dieser Art den ganzen hier beginnenden oberen Theil des Abhanges gegen das Meer bildet; sowohl in der Richtung gegen die Südspitze als in der gegen die Tarrafal-Bai sind die höheren Partien der Abdachung durch zahlreiche kleinere, stark erodirte Kegel unterbrochen.

Hier haben wir vor Allem die Penella de Pasto, ein 100 bis 150 M. hoher grosser Tuffkegel, welcher einen kleineren halbeingestürzten Kegel mit undeutlichem Krater zeigt, dann einen kleinen halbzerstörten Schlackenkegel, hinter ihm ein grösserer Kegel, welchem sich, am Abhange gegen das Meer zu, mehrere kleine anschliessen.

Westlich der Penella de Pasto beginnt der Abhang gegen das Tarrafalthal; ausser den zwei kleinen Zwillingskegeln, welche aus Schlacken bestehen, sind noch ungefähr sechs, unmittelbar am Rande der Hochebene sich erhebende 20—100 M. hohe Kegel und halbzerstörte Krater zu verzeichnen; wenn man weiter den Abhang hinuntersteigt, trifft man noch eine grosse Anzahl solcher Kegel, von denen viele nicht nur Schlacken, sondern auch grössere Lavaströme aufweisen und es hat dieser Theil des Abhanges grosse Aehnlichkeit mit der südlichen Abdachung des östlichen und des mittleren Theiles der Insel. [1])

Wir kommen nun zu der Beschreibung des Topoberges selbst. Hinter dem Vulcane P e n e l l a  q u e n t e beginnt eine sanfte Hebung des Terrains, welche auch in südlicher Richtung am Monte Carneiro zu beobachten ist. Der Abhang des Topo reicht zu beiden Bergen, dann aber bis zu Campo Balbo. Der eigentliche Aufstieg unter circa 30° beginnt aber erst 0·5 Kilometer vom Penella quente und dicht hinter dem Monte Carneiro. Der

---

[1]) Siehe Pag. 19.

Nordostabhang ist der sanfteste. Mehrere kleine Hügel, der Figueral und andere erheben sich auf demselben und allmählig steigt das Terrain bis zum Siderao-Krater an, welcher am Fusse des Steilrands liegt. Es ist dies ein ziemlich grosser, 0·8 Kilometer im Durchmesser führender 60—80 M. tiefer Krater, welcher über seinem Nordwestfusse circa 100 M. erhaben ist. Auf seinem Nordostrand ist derselbe mit einem etwas höheren Pic verbunden, der aus zerklüfteten Lavamassen besteht, und welcher steil gegen die Ebene abfällt. Der Siderao besteht aus Schlacken, Tuffen und Laven, welche sämmtlich durch ihren Haüynreichthum ausgezeichnet sind, sie gehören zu den Leucititen. Die Abhänge des Berges gegen den Topo zeigen dünne Lavaschichten, welche mit Bimssteinen wechsellagern und ihrer Lagerung nach vom Topo selbst stammen.

Während die nördliche Umwallung des Siderao-Kraters sich nur über 100 M. gegen den Fuss desselben erhebt, beträgt die Höhe des südwestlichen Randes kaum mehr als 30 M. und ist der Siderao vom Topo durch einen niedrigeren Sattel getrennt; von diesem geht es nun ungefähr unter einem Winkel von 30° gegen den Gipfel zu. Demselben ist ein Krater vorgelagert, dessen Umwallung eine kleine ebene Terrasse bildet; es ist dies der kleine Covaocigno, dessen Tiefe höchstens 25 M. beträgt, während der Durchmesser circa 200 M. zählen dürfte. Man begegnet hier viel Limburgit und auch Pyroxenit-Lava wie auch noch leucitische Laven, übereinstimmend mit denen des Siderao, aber von dunklerer Farbe. Auswürflinge, Schlacken, Augitkrystalle und Aggregate, Bomben, Bimssteine sind hier sehr häufig. Von hier geht es etwas steiler dem Gipfel zu, wobei man vielen Bimsstein-Auswürflingen und dichten und schlackigen Lavaströmen begegnet. Endlich sind wir auf dem Kraterrande, welcher mehrere Meter breit ist. Hier erblicken wir ein circa 200 M. breites ebenes Atrio, dessen Niveau circa 80—120 M. unter der äusseren Umwallung liegt. In demselben beobachtet man sehr gut den Bau der äusseren Umwallung, der Somma; Bimssteinmassen sind durch zahlreiche Lavaströme durchbrochen, welche nach allen Richtungen sich erstrecken. In diesem Atrio erhebt sich der innere Krater des Topo da Coroa, seine Höhe ist nahezu die gleiche wie die der Somma, sein Durchmesser im Innern circa 200 M.,

und auch die Tiefe des Kraters ist unbedeutend (circa 20 M.). Der Kegel besteht aus Schlacken; am östlichen Abhang beobachtet man einen Lavastrom, Pyroxenit mit Haüyn-Krystallen, welcher in das Atrio geflossen ist.

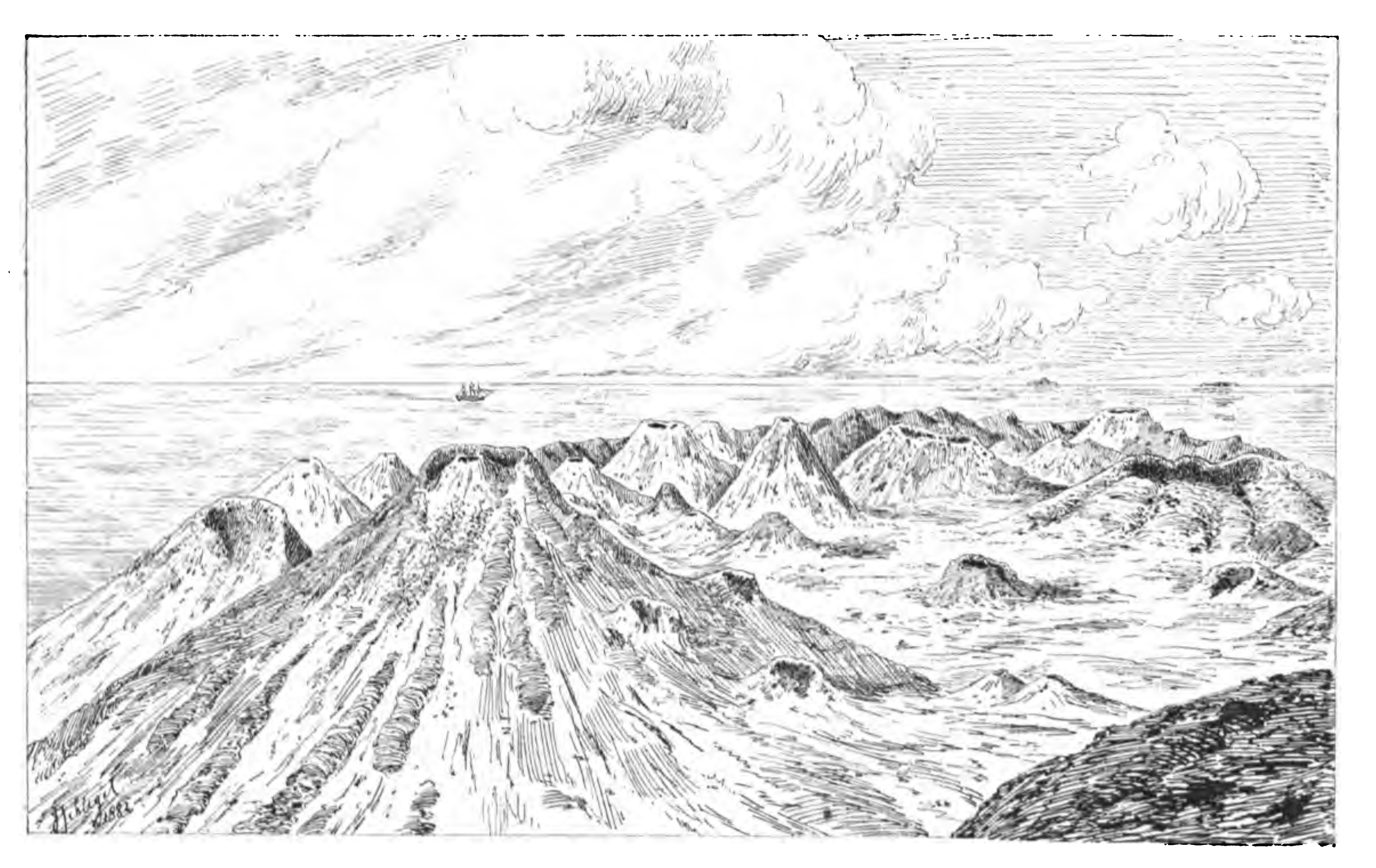
Die Somma ist gegen Westen zerstört und hier senkt sich von dem einen Kegel direct der Abhang steil dem Meere zu; er ist an dieser Stelle am steilsten, gegen das Hochplateau ist er milder, und dort beobachtet man auch kleine halbzerstörte Krater am Gehänge, während auf der Westseite am jähen Abhang kein parasitischer Krater zu sehen ist. Am Nordabhange haben sich mehrere Krater gebildet, so der halbmondförmige hohe Monte Aloisio und andere kleinere.

Vom Covaocigno, welcher nur mehrere hundert Meter tiefer liegt, fällt der Berg sehr steil unter einem Winkel von 50° zum Campo grande zu; der untere Theil, gegen den Monte Carneiro zu, ist noch steiler, so dass es unmöglich ist denselben zu betreten.

Zur Orientirung diene die am Schlusse des Werkes beigegebene Karte, welche jedoch, da sie nur bei einem kurzen Aufenthalte und ohne irgend welche topographische Grundlage mit sehr unvollkommenen Hilfsmitteln aufgenommen wurde, nur den Charakter einer Skizze hat, da namentlich die Distanzen der einzelnen Berge unter einander nur auf Schätzung beruhen.

Um das Verständniss zu erleichtern, gebe ich eine ideale Ansicht des Topo und seiner Vorberge in der Richtung nach Nordost von dem Topo aus gedacht; die Profile mögen andererseits zur Ergänzung des Kärtchens dienen.

Ueberblicken wir nun die Topographie dieses Theiles der Insel, so sehen wir einen älteren Vulcan, welcher offenbar das heute von einem Hochplateau gekrönte Massiv bildete, auf welchem sich immer eine Anzahl kleinerer Kegel und Krater erhob. Der Hauptschlund aber, der Topo selbst, eine Art innerer Kegel baut einen hohen Kegelberg auf, an dessen Abhange mehrere secundäre Krater sich öffnen. Es wirft sich naturgemäss die Frage auf: repräsentirt die Ebene, deren verschiedene Theile wir unter dem Namen Campo grande, Chada Balbo, Campo traversado kennen lernten, und welche trotz der Wirkung der Erosion noch ihren ursprünglichen Charakter bewährt hat, einen Kraterboden, oder ist sie nur ein Lavafeld des Topo? Diese Frage, welche



3

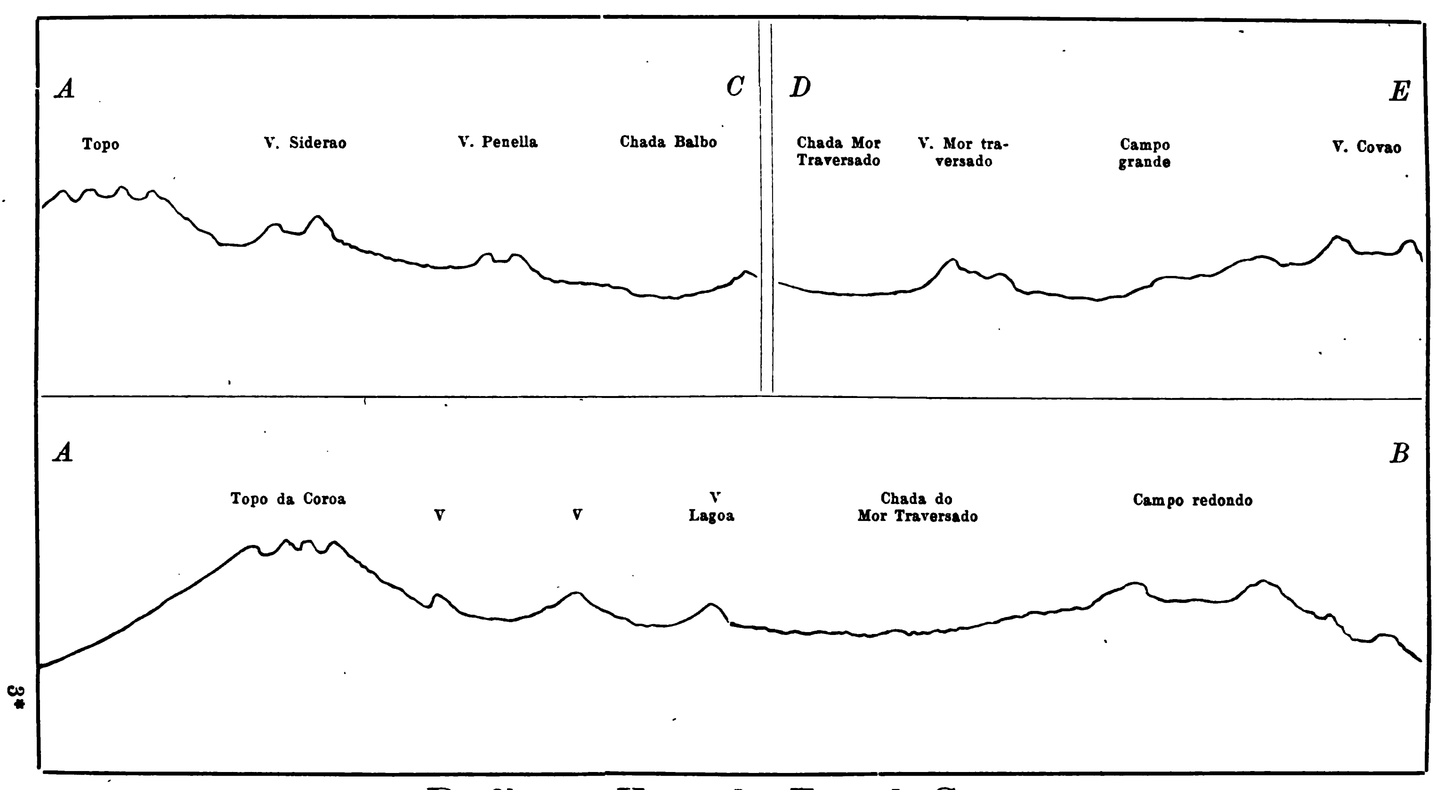
für die Kenntniss des Vulcans einigermassen wichtig ist, lässt sich nicht ohne Weiteres beantworten. Aber gegen letztere Hypothese spricht Manches, so die vollkommene Horizontalität derselben, das Vorkommen zahlreicher Auswürflinge von Syenit, Diorit, Marmor etc.

Auch das Vorkommen so zahlreicher kleinerer Kegel und Krater in einer Ebene bringt auf den Gedanken eines alten Kraterbodens, allerdings sind die in mancher Beziehung so ähnlichen phlegräischen Felder nicht die Reste eines alten Kraters, aber es ist nicht zu vergessen, dass die Ebene des Topo 1650 M. hoch auf einem älteren vulcanischen Gebirge liegt. Viele Anzeichen sprechen auch dafür, dass der Lasnas, der Monte Ella und die Hügel südwestlich des Monte Rotondo, sowie vielleicht die Erhebungen rings um Chada Balbo, Reste eines alten Kraterwalles repräsentiren, dessen Höhe früher circa 200—300 M. über dem Kraterboden betrug.

Es ist daher sehr wahrscheinlich, dass das Hochplateau einen alten Krater darstellt, dessen Durchmesser beträchtlich, circa 7 bis 8 Kilometer lang war, und welcher von einem nicht sehr hohen Kraterwalle umschlossen war. Letzterer wurde durch neuere Eruptionen, wie die des Covao, Campo redondo, Cirro einerseits, andererseits durch die Bildung des grössten Gipfels, des Topo, zerstört, welcher sich wie der Vesuv in der Somma erhob und einen Kegel, der um 600 Meter höher ist als der äussere Kraterwall, bildete. Während der Zeit seiner Entstehung und Aufschüttung fanden an den Abhängen und dem Fusse dieses Berges zahlreiche Eruptionen statt, die die genannten kleineren Krater und Kegel bildeten.

Der Topo selbst besteht aus einem inneren Kegel und einer äusseren Umwallung, der äussere Krater hat einen Durchmesser von circa 600 Meter, also ungefähr den des Vesuv-Krater, und eine Tiefe von 200 Meter, während der innere Kegel und sein Krater ganz unbedeutend sind. Auf halber Höhe des Berges bildete sich ein weiterer Krater, der nicht als secundärer zu betrachten ist, sondern allem Anscheine nach mit dem höheren eng verbunden war, während die Krater des tieferen Abhanges und am Fusse zur Bildung des Berges nur unwesentlich beitrugen.

Wohl gleichzeitig mit dem Erscheinen dieser zahlreichen




Profile zur Karte des Topo da Coroa.

Kegel auf dem Hochplateau war das, der am Abhang letzterer und an dem Krater am Fusse des Topogebirges gelegenen kleinen Kegel und Krater, welche hier wie an dem Südabhang des östlichen und mittleren Theiles der Insel massenhaft auftreten.

Es wäre noch die Frage zu erörtern, welche Rolle das Kesselthal von Patas spielt. Aller Wahrscheinlichkeit nach war dieser tiefe und enge Circus kein Krater, aber seine Bildung ist auch nicht der Erosion allein zuzuschreiben, das massenhafte Auftreten von Gängen an dieser Stelle deutet darauf hin, dass in Dislocationen und Spaltenbildung die Ursache der Entstehung des Kessels liegen dürfte, welcher dann durch die Erosion bedeutend vergrössert und vertieft wurde, während spätere Eruptionen, wie die, welche den Monte Silva bildete, sicherlich auch dazu beigetragen haben dürften. Auch die früher besprochene Einsenkung zwischen den Maroços und dem Topogebirge dürfte nicht allein der Erosion ihre Entstehung verdanken, sondern mit dem Erscheinen jener Gänge in Verbindung stehen. Es dürfte daher nicht allzu hypothetisch erscheinen, wenn man den Grund zur Bildung dieses Kesselthales durch letzteres zu erklären sucht.

Vergleicht man nun die beiden Theile, welche die Insel zusammensetzen, den Vulcan Topo und den an ihn sich schliessenden Längsrücken, denn auf dessen Typus ist das Vulcangebirge S. Antao zurückzuführen, unter einander, so wird man nicht behaupten können, dass zwischen beiden ein durchgreifender Altersunterschied existirt. Die Wirkungen der Erosion lassen allerdings schliessen, dass die Gebirgstheile zwischen Ribeira do Paule und Ribeira grande schon ziemlich älter sind, ob sie aber nicht gleichzeitig mit jenen der Ribeira d'Alto mira entstanden, kann nicht behauptet werden. Es ist sehr wahrscheinlich, dass die älteren Schlünde des Topo, der Maroços und der Cova gleichzeitig thätig waren, wie denn auch die Thätigkeit der zahlreichen kleinen Krater am Südabhang, am Kamme der Chada Lagôa und auf dem Hochplateau des Topo's allem Anscheine nach ebenfalls in die gleiche Periode fällt. Es ist übrigens nicht unwahrscheinlich, dass solche kleine Eruptionsschlünde, wie sie am Kamme und Südabhange vorhanden sind, auch in früheren Zeiten existirten, und dass solche kleine Krater es waren, welche allmählig die Lavamassen zum Gebirge aufbauten, während nebenbei ein-

zelne grössere Krater, wie der der Chada Lagoa, der Cova und Topo zu allen Zeiten thätig sein konnten.

---

Noch eine Bemerkung über sedimentäre Schichten der Insel. Es war mir hier nicht möglich die Spuren einer alten Sedimentformation, wie auf den übrigen Inseln zu entdecken, und nur unter den Auswürflingen des Campo traversado findet sich auch Kalkstein, solcher findet sich auch in der Ribeira grande als Gerölle, aber anstehend fand ich ihn nirgends. Jüngere Kalksteinbildungen finden sich nur an einem Punkte der Insel, der Punta do Sol, in einer Ausdehnung von kaum 20 M., es ist eine vier Meter mächtige Schicht von marinem Kalkstein, mit Resten von Patella, Trochus, welche auch heute noch im Meere leben. An keinem anderen Punkte der Insel fand ich ähnliches. Die Insel S. Antao dürfte wohl keine nennenswerthe Hebung seit ihrer Bildung erlitten haben.

---

Höhenmessungen. Die wenigen nachstehenden Messungen sollen mehr den relativen Höhenunterschied als die absolute Höhe der einzelnen Punkte angeben. Solche Messungen auszuführen war nicht möglich, weil der Vergleich mit dem Barometerstand am Fusse des Gebirges fehlte, und konnten daher nur die Unterschiede von einigen als Fixpunkten angesehenen Höhen aus gerechnet, gemessen werden. Ich muss daher, zwei als trigonometrische Punkte (vom Meere aus gemessen) auf den Seekarten angegebene Höhen als richtig annehmen. Wenn ich einen Punkt, nämlich die Höhe des Topo, mit der Höhe des Campo grande vergleiche, so ergibt sich ein Unterschied von 620 M., von diesem bis zum Meere liegt ein solcher von 1480, daher würde die Höhe des Topo 2100 Meter betragen, auf der Seekarte ist sie aber als 2253 angegeben; es ist jedoch zu berücksichtigen, dass der Weg von Campo grande zum Meere über einen halben Tag in Anspruch nimmt und daher Barometerschwankungen eintreten dürften; abgesehen davon, dass Aneroide nicht die Genauigkeit von Messungen mit dem Quecksilberbarometer zeigen können, ist letzterer Umstand besonders zu berücksichtigen; bei kleineren Differenzen wird dieser Fehler selbstverständlich ein geringerer, da eine Aenderung des Luftdruckes leicht bemerkbar, und so-

mit der Fehler controlirbar wird. Auffallend ist, dass ein früherer Beobachter, wohl der einzige, welcher ausser mir Messungen angestellt, noch weit grössere Differenzen erhielt; v. Barth berechnet die Höhe des Topo da Coroa mit 2075 M., also nahezu 300 M. Unterschied mit der Seekarte. Trotzdem nun beide Messungen (Barth's und meine) kleinere Hǫhen als die der Seekarten ergeben, bin ich doch von letzteren ausgegangen, da sie mir leichter als Fixpunkt dienen konnte als das Meeresniveau, wo sehr häufig andere Witterungsverhältnisse zu treffen sind als auf den Höhen, und zu welchem ich überdies nur selten herabzusteigen Gelegenheit hatte. Wenn nun aus solchen Gründen die Messungen rein approximative sind, so sind doch die Fehler in den Niveaudifferenzen keine so beträchtlichen, um nicht Anhaltspunkte für die Topographie der Insel zu liefern.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Topo da Coroa, innerer Kegel | 2253 M. | Maroços | 1920 M. |
| „ „ „ äusserer „ | 2250 „ | Pico da Cruz | 1990 „ |
| Lasnas | 2015 „ | Covao | 1820 „ |
| Penella | 1720 „ | Campo redondo | 1801 „ |
| Campo balbo | 1570 „ | Campo grande | 1640 „ |
| Ribeira das Patas | 1013 „ | Monte Silva | 1142 „ |
| Cova, Kraterboden | 1393 „ | Chada Lagoa | 1372 „ |
| Cova, Kraterrand | 1586 „ | Chada da Morro traversado | 1601 „ |

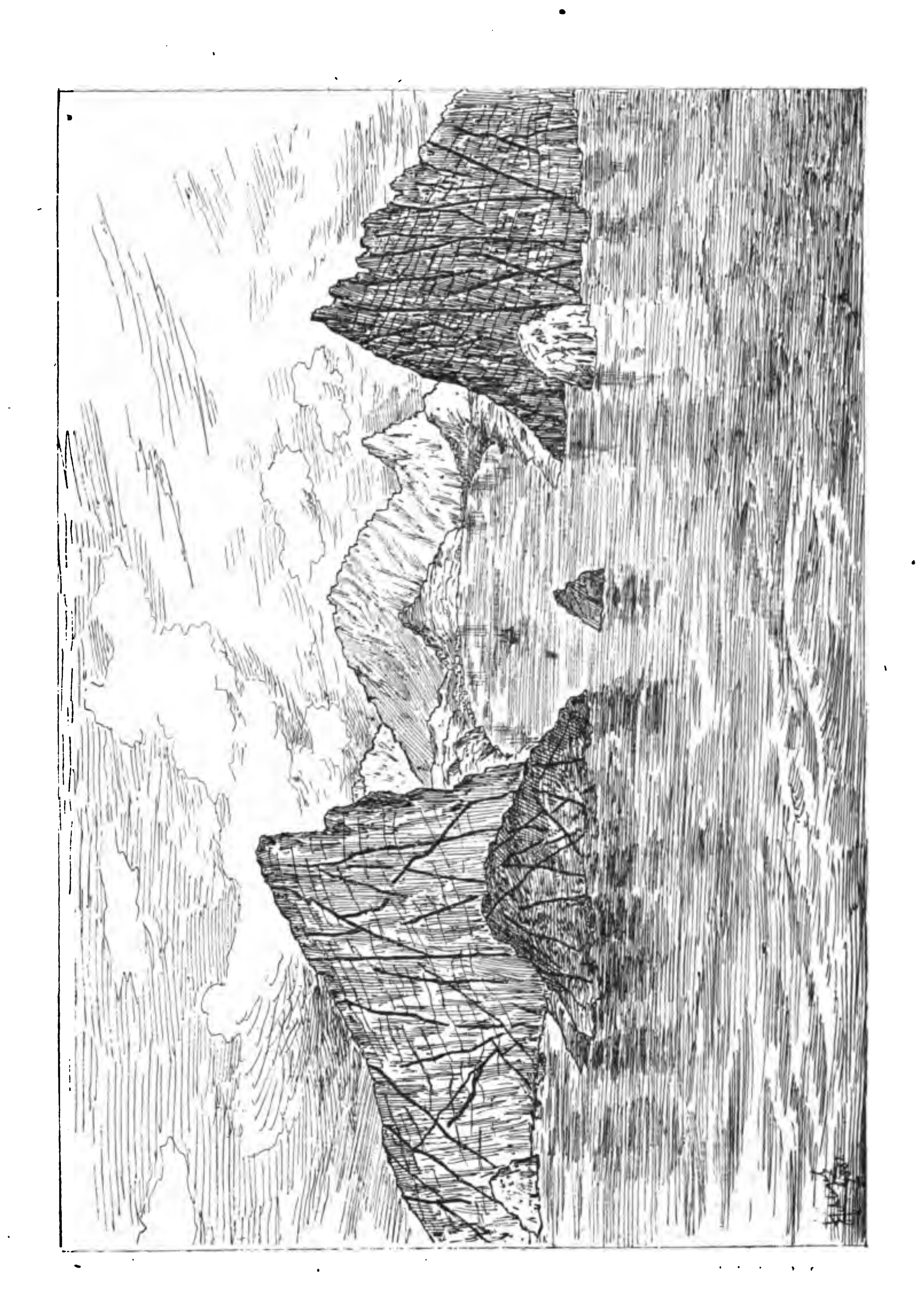
## Die Insel S. Vincent

liegt südöstlich von Antao, sie hat rundliche Form und bedeckt einen Flächenraum von circa 6 Quadratmeilen. Während wir in der Insel S. Antao ein felsiges von tiefen Schluchten durchzogenes hohes Gebirge kennen gelernt haben, zeigt S. Vincent ein niedriges, weit weniger gebirgiges Terrain. Die Küsten von S. Vincent sind im Westen und Süden sehr steil, von der Süd- bis an die Ostspitze zieht sich eine kleine wenig hohe Ebene hin und auch im Nordosten finden wir einen wenig hohen Strand. Betrachten wir die einzelnen Abhänge etwas näher. Der Nordabhang zeigt zwei Einbuchtungen, die grössere bildet den grossen Hafen von S. Vincent, einen der schönsten natürlichen Häfen. Die Abhänge sind hoch, steil und felsig rechts und links vom Hafen, nur der Strand des letzteren ist wenig erhaben, und bildet eine kleine Ebene,

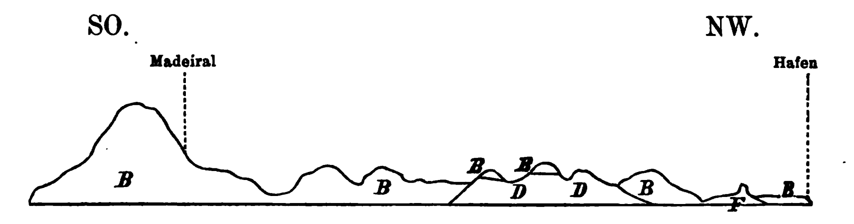
welche weiterhin in welliges Hügelland übergeht. Am Ausgange des Hafens findet sich die kleine circa 80 M. hohe „Ilha dos Passaros“ ein isolirter Felsen gegenüber der P. Columna. Nordöstlich von dieser senkt sich das Terrain und an das felsige Gebirge schliesst sich die Salamassa-Ebene, welche die gleichnamige Bucht zeigt. Ein circa 100 M. hohes Vorgebirg bildet an einem Ende desselben die Nordostspitze der Insel. Zwischen dieser und der Ostspitze, welche hoch und felsig ist, findet sich eine weitere Einbuchtung. Das Terrain von letzterer Spitze zur Südspitze ist wenig hoch, und wird durch einige neuere Krater durchbrochen, von hier verfolgen wir fast durchgehends eine hohe steil zerklüftete Bucht bis zu der Bai von S. Pedro, welche am Ende einer kleinen Ebene liegt, die sich fast bis zum Hafen von S. Vincent erstreckt; während von da bis zu diesem wieder die steil zerklüftete Küste fortsetzt.

S. Vincent besteht aus einem ringförmigen Gebirge, das allenthalben steil gegen Innen, etwas sanfter gegen die Küste zu fällt, das Innere des Gebirges ist jedoch nicht ganz eben, sondern wird gebildet von theils ebenem, theils wellig-hügeligem Terrain von unbedeutender Höhe, das sich im Osten allmälig an den hohen Kamm anschliesst. Die höchste Erhebung bildet der Monte Verde (767 M.) ein unter einem Winkel von 45 ° gegen das Meer zu einfallender Rücken. Gegen das Innere zu fällt der obere Theil etwa 300 M. tief, steil und jäh ab, von da an aber senkt sich das Terrain allmählig zu einem gegen Westen und Norden verlaufenden Rücken, dem Campo inglese. Vom Monte Verde sehen wir die Umwallung sich allmälig gegen Süden und Norden um circa 100 M. senken, wobei fast überall ein schmaler Felskamm zu beobachten ist. Der Bau dieses Gebirges ist höchst einfach, Lavaströme 1—10 M. mächtig, durch sehr dünne Tuffschichten von einander getrennt, sind übereinander geschichtet und fallen unter einem geringen Winkel von 10—20 ° gegen Aussen mantelförmig ein. Durchbrochen werden sie durch zahllose, unregelmässig verlaufende, bald vertical, bald unter allen möglichen Winkeln einfallende schmale (½—3 M.) Gänge. Ganz denselben Bau beobachtet man an dem hohen Steilrande, welcher vom Hafen gegen S. Pedro zieht und mit geringer Unterbrechung bis zur Südspitze sich ausdehnt, in diesen Thälern sind die Abhänge gegen das

Innere weit steiler und höher, obgleich die absolute Höhe des Kammes eine geringere ist, als die am Monte Verde. Die Lavaströme haben überall ein sehr geringes Einfallen und sind oft nicht einmal durch Tuffe getrennt, wie denn die Beobachtung zu machen ist, dass im Gegensatz zu dem bimssteinreichen Vulcan von S. Antao, S. V. ungemein arm an losen Auswürflingen ist. Was nun das innere, von diesem Ringwall umschlossenen Terrain anbelangt, so ist seine Configuration verschieden. Oestlich vom Hafen erhebt sich zwischen dem Strande und dem steilen Wall, ein hügeliges, ziemlich flaches und wenig erhabenes Terrain, welches meistens durch Lavaströme bedeckt wird, aber auch hier kann man den Durchbruch von Gängen erkennen. Aehnlich ist die Bildung im Süden: es ist ein ziemlich weit in das Innere sich hinziehendes, zum Theil ebenes, zum Theil niedere Hügel zeigendes Terrain, gegen SW. zu wird das Hügelland höher, der ebene Theil wird zu einem weiten Thal, im Süden aber am Fusse des Madeiral erweitert sich die Ebene und zwischen beiden Thälern liegt eine sehr niedere Wasserscheide. Das Campo inglese und die übrigen Abhänge des Monte Verde gegen das Innere zu, zeigen dicke Lavaströme, mit wenig Tuffschichten und zahlreichen Gängen, ist also ebenso gebaut wie die übrigen Theile des Gebirges. Die hinter dem Hafen sich hinziehende Ebene, welche, wie bemerkt, gegen Südosten in welliges Hügelland übergeht, besteht aus Feldspath-Basalt; in demjenigen Theile der Ebene, welcher sich gegen S. Pedro hinzieht, findet man eine halbe Stunde von den letzten Häusern entfernt, eine kleine, kaum 3 M. hohe Erhebung, welche aus Foyait besteht, dieser wird durch breitere Gänge eines dichten Basaltes durchbrochen; dieses Vorkommen ist gänzlich isolirt, erhebt sich direct in der Ebene; wenn man jedoch die Hügel südöstlich von diesem Punkte untersucht, welche sich am inneren Rande des westlichen Kraterwalles hinziehen, so bemerkt man hinter den ersteren, welche aus porphyrartigem Basalt bestehen, rechts mehrere 40—60 M. hohe Hügel, die aus grobkörnigem syenitischen oder diabasähnlichem Gestein bestehen, und findet man alle möglichen Structurvarietäten vom dichtesten Diabas bis zum grosskörnigen Diorit vielfach durch Uebergänge mit einander verbunden, das Ganze durchbrochen von kleinen 1—2 M. mächtigen Basaltgängen, während 3—9 M. mächtige Ströme desselben



Gesteines die älteren Gesteine überlagern. Das Massiv derselben wird übrigens durch grössere Lavamassen unterbrochen und bildet daher kein zusammenhängendes Ganze, man kann es aber ungefähr ³/₄ Meile gegen SO. von dem erstgenannten Fundorte des Foyaits und ebensoweit gegen Osten hin verfolgen, überall wird es durch die jüngere Lava durchbrochen und überströmt; südöstlich von der St. S. Vincent hört das ältere Gestein auf und man findet nur einzelne Gerölle desselben, sowie auch eines gneissartigen Gesteines. Das von den älteren Gesteinen bedeckte Areal ist aber trotzdem, wenn man von den jüngeren




Laven, welche sich zwischen die einzelnen Felsmassen eingeschoben haben, absieht, ein ziemlich bedeutendes und bedeckt fast ¹/₃ Quadratmeile. Zwischen der Salamassa-Bai und der Stadt St. Vincent, dort wo der Kamm eine kleine Einsenkung bildet, welche von grossen Meersand-Massen bedeckt wird, finden sich Schollen einer Sedimentformation, welche ebenfalls das Interesse auf sich ziehen. Es wird der Abhang gegen die Salamassabucht an jener Stelle, Amargoso, von einer dort vorkommenden Bittersalzquelle, genannt; auf der Höhe hat sich ein kleines Plateau gebildet, dort finden sich nun mehrere Bänke (circa 0·25 M. mächtig) eines gelblichen dichten Kalksteines mitten im vulkanischen Gesteine; ganz in der Nähe davon ist der Boden bedeckt mit hohlen Concretionen von dolomitischem Kalksteine, welche man für Auswürflinge zu halten geneigt sein könnte. Nur einige Meter davon finden wir eine grosse circa 50 M. im Durchschnitt führende Scholle von röthlichem eisenschüssigem krystallinischen Kalksteine, mitten in einem phonolithischen Gesteine. An den Abhängen gegen das Meer zu fehlt jede weitere Spur des Kalksteines und haben wir es daher hier mit Schollen eines älteren sedimentären Gebirges zu thun. Was jene Concretionen anbelangt, so seien im

zweiten Theile dieses Werkes einige Bemerkungen darüber gestattet. Es ist übrigens nicht ausgemacht, ob jene Scholle der Ueberrest eines grossen Kalkberges war, oder ob sie nur gehoben ist, aber wenn man den grossen Flächenraum in's Auge fasst, welcher von den verschiedenen, jetzt nicht mehr zusammenhängenden Bruchstücken der alten Formation bedeckt ist, so kann man wohl zu der Ansicht kommen, dass sie früher wirklich ein zusammenhängendes Massiv gebildet haben. Es bleibt nun noch der ausserhalb des Ringgebirges am Abfalle desselben liegende Theil der Insel zu beschreiben. Die Nordostspitze, welche sich aus der Salamassa-Ebene erhebt, ist ein circa $^1/_4$ Meile im Durchmesser fassendes, neueres, nicht hohes Vulcangebirge ohne deutlichen Krater; eine Reihe von jüngeren secundären Kratern erhebt sich an der Südspitze: am Strande von S. Lucia, westlich von jener Spitze, ein kleiner 20 M. hoher Schlackenkegel, ferner 1 Kilometer von diesem entfernt, ein eingestürzter namenloser etwas elliptischer Krater, welcher Lavaströme geliefert hat, seine Höhe beträgt circa 150 M. über der Ebene und sein ganz ebener Kraterboden hat circa 400 M. Durchmesser. Mehrere kleine Schlackenkegel und Bruchstücke von Gängen finden sich weiter ostwärts in der Nähe des Monte Viana, welcher einen etwas elliptischen Krater von circa 300—400 M. Durchmesser zeigt, dessen Rand circa 200 M. über der Ebene liegt; es ist ein Schlackenkegel, welcher mehrere Lavaströme geliefert hat, die auch sich am Fusse weit hinziehen. Gegen die Küste zu findet man eine dünne Schichte Kalkstein, welche jedoch ziemlich weit, etwa 40 M., gegen den Gipfel des Berges hinaufreicht und auch zwischen der Süd- und Südostspitze gefunden wird. Letztere wird von einem durch die Meereswogen halbzerstörten Krater gebildet, der über 200 M. hoch ist, dicht darunter findet sich der kleine Krater Cailhao, wohl der jüngste der Insel, er hat gegen das Meer zu einen Lavastrom ergossen, dessen schlackige Oberfläche noch vollkommen erhalten ist, und auf welcher man mehrere kleine Spratzkegel bemerkt, welche 5—15 Meter Durchmesser und eine Höhe von 4—6 M. zeigen und ganz aus schlackiger Lava bestehen. Die Erosion hat hier keine Nachwirkungen hinterlassen, und das Ganze macht den Eindruck eines vor wenigen Jahren entstandenen Kraters, so frisch sind die Schlacken, und so un-

versehrt ist die Oberfläche des Lavastromes. Werfen wir einen Blick auf die Geschichte des Vulcanes.

S. Vincent repräsentirt uns offenbar die Ruine eines grossen Stratovulcans, dessen Höhe jedenfalls bedeutender war, als der noch erhaltene Kraterwall schliessen lassen könnte; die genaue Lage des Kraters festzustellen, ist bei dem absoluten Fehlen der Spuren des früheren Aschenkegels nicht gut möglich, aber es ist nicht allzu gewagt, wenn man das niedere Hügelland und die ebenen Theile hinter dem Hafen und vielleicht noch einen Theil dieses selbst, als den Haupteruptionspunkt bezeichnet. Nähere Daten über die Configuration des Vulcans zu geben, ist bei den grossen durch die Erosion und die Meereswogen hervorgebrachten Veränderungen kaum möglich. Der Vulcan scheint sich an den Ausläufern eines alten Festlandes gebildet zu haben, denn die erwähnten niederen Hügel älterer Eruptivgesteine (ihr genaues Alter festzusetzen ist allerdings nicht möglich) deuten auf ein grösseres durch die Eruptionen auseinandergesprengtes Areal, welches wahrscheinlich mit den Kalkschollen im Zusammenhange war. Dass jene grobkörnigen Eruptivgesteine wirklich einer älteren Bildung angehören, wird überdies durch die Lagerungsverhältnisse vollkommen klar. Am Südostabhange des grossen alten Vulcanes, welcher hauptsächlich aus Lava mit sehr wenig losen Tuffschichten aufgebaut und durch seinen Reichthum an Gängen ausgezeichnet ist, bildeten sich in späterer Zeit mehrere secundäre Krater, deren Bildung wohl keine sehr alte ist. Das Vorkommen von jüngeren Kalkschichten an den Abhängen des Monte Viana, sowie auch das an vielen Stellen, namentlich an der Nordküste beobachtete Vorkommen von Calcit und Kalktuffbildungen (die möglicherweise nicht durch Auslaugung der Eruptivgesteine, sondern aus marinem Kalkstein gebildet worden sind) weist auf eine Hebung des Vulcans seit seiner Bildung hin. Den Bau S. Vincent's erläutert die beiliegende Ansicht der Insel, von der Höhe des Pico da Cruz auf S. Antao aufgenommen.

---

## S. Thiago.

Diese Insel liegt unter 15° nördlicher Breite und 26° westlicher Länge von Paris; sie hat die Gestalt eines Trapezes, ihr Flächeninhalt beträgt circa 18 Quadratmeilen. Die Ufer sind nur an wenigen Punkten steil und hoch, meistens aber circa 16—20 M. über dem Wasserspiegel erhaben. Sie zeigen wenig Einbuchtungen. Man kann drei Theile unterscheiden: den nördlichen, einen mittleren ziemlich ebenen und den südlichen, aus dem höchsten Berge der Insel, dem Pico d' Antonio [1]) und seinen Ausläufern gebildet. Im Norden der Insel erhebt sich der 4500' hohe Monte Gracioso, eine breite Phonolithkuppe, welche allseitig ungemein steil abfällt. Das enge Val de Fontas trennt es von den Ausläufern des Malaguetta-Gebirges; an seinem Ausgange liegt die kleine Bucht von Tarrafal, an deren Küste sich tertiäre Kalkbildungen in geringer Mächtigkeit vorfinden, welche von den Laven, die ihre nördliche Grenze erreichen, überdeckt werden; auch im Val de Fontas findet man noch diese sedimentären Schichten. Die niedrigen Hügel, welche gegenüber dem Monte Gracioso auftreten, bestehen aus basaltischen Gesteinen (zumeist Limburgit) nur zwei isolirte Kegel, von dem Monte Gracioso gegen die Ostküste zu sind Phonolithkuppen, welche von basaltischen Laven umgeben sind. Ein interessantes Gestein findet sich an der Punta de Bighudas, es enthält ungemein viel titanhaltiges Magneteisen, welches an dem Strande durch die Gewalt der Meereswogen mechanisch zerkleinert wird; während nur die leichteren Bestandtheile von diesem weggerissen werden, bleibt der schwere Sand am Strande zurück und bildet eine dicke Schicht, welche sogar technisch ausbeutbar wäre. Neben diesem körnigen Gesteine findet man auch wieder an der Küste die nicht sehr mächtige Ablagerung von Kalksteinen. Südlich von Tarrafal breitet sich eine kleine Ebene aus, welche gegen Osten langsam ansteigt; das Ganze ist ein Lavafeld aus mächtigen Lavaströmen, welche durch dünne Bimssteinschichten getrennt sind, und die alle gegen Norden unter sehr geringem Winkel einfallen. Die Ebene von Tarrafal hat übrigens

[1]) Auch Pico d'Antonia genannt, auf den Seekarten fälschlich San Antonio.

ihre Entstehung, zum Theil wenigstens, der Erosion zu verdanken. Folgt man der Küste südlich von Tarrafal, so werden die Ströme mächtiger, die Hügel, aus welchen sie gebildet, höher; im Allgemeinen beobachtet man, dass das Terrain gegen Südosten ansteigt. Einige Kilometer südlich von Tarrafal liegt ein kleiner Berg, welcher einen selbstständigen Tuffkrater darstellt, man beobachtet ein mantelförmiges Einfallen der Tuff-, Breccien- und Bimssteinschichten. Die Breccien enthalten mitunter Bruchstücke von Kalksteinen, dann Schlacken und Basaltstücke. Dieser kleine Vulcan scheint keine Lavaströme geliefert zu haben. Unmittelbar hinter ihm kommen wir wieder in das Gebiet der Laven, und beobachtet man dort sehr mächtige tephritische und basaltische Laven. Das Terrain steigt hier gegen Osten bedeutend an, mehrere tief eingeschnittene schmale Thäler wie die Rib. da Prata, die Rib. do Tarrafal durchziehen die hohen, sanft gegen Norden verlaufenden Bergrücken. Die Abhänge desselben sind ungemein steil, zerklüftet und zerrissen. Südlich der Rib. Prata treten Hügel auf, welche ein eigenthümliches gebleichtes Gestein zeigen (Phonolith), das bis an den Kamm des Gebirges sich hinzieht. Dieser Theil des Gebirges führt daher auch den Namen Monte Branco (weisser Berg), viele kleinere Schluchten durchziehen es. Der höchste Punkt des nördlichen Massivs ist der Monte Malaguetta; von diesem senken sich die Abhänge gegen Norden, Nordosten und Nordwesten und zahlreiche Erosionsthäler bringen ein vielfach zerklüftetes und verzweigtes wildes Felsengebirge hervor, dessen Bau jedoch sehr einfach und in den zahlreichen Schluchten aufgeschlossen ist: Lavaströme von sehr verschiedener Mächtigkeit sind durch Lapilli- und Tuffschichten getrennt. Dort, wo die Lava mit letzteren in Berührung gekommen ist, beobachtet man fast immer eine wenige Centimter starke ziegelrothe Erde. Wenn man an den Abhängen und Schluchten des nördlichen Gebirges die Lagerung studirt, so findet man ein sehr geringes Einfallen der Schichten, welches aber stets in nördlicher Richtung verläuft, es ist daher an demselben kein Centralpunkt zu beobachten, wie man etwa aus der Configuration des Gebirges annehmen könnte, nicht vom Monte Malaguetta sind die Laven geflossen, sondern alle müssen von einem entfernten südlichen Krater ausgeworfen worden sein. Vom Malaguetta-Pic gegen Westen verflacht sich der Kamm all-

mählig, von hier gegen Süden findet sich ein hoher steiler Abhang, welcher am Pic circa 1000 M. beträgt, während er im Westen immerhin noch 400 M. erreicht. Gegen Osten und Südosten ziehen allmählig sich verflachende Bergrücken gegen das Meer hin.

Am Fusse jenes steilen Abhangs liegt eine über 12 Kilometer breite Hochebene, die Chada falcao.[1]) An dem hohen Abhange des Malaguetta-Gebirges gegen das Hochplateau, beobachtet man zahlreiche fast ausnahmslos verticale oder nahezu senkrechte schmale Gänge, welche gewöhnlich von Süden nach Norden verlaufen, und daher untereinander fast parallel sind. Ihr Gestein gehört zu den Basalten. Diese Gänge finden sich in den entfernteren südlichen Partien der Insel nicht mehr, schon an der Rib. Prata und am Porto formoso fehlen sie gänzlich. An den Abhängen gegen Osten zeigen einige mächtige Lavaströme sehr schöne säulenförmige Absonderung. Zwischen S. Miguel und Porto formoso an der Ostküste der Insel beobachtet man eine radiale, rosettenförmige Lagerung der kurzen dicken Basaltsäulen. Die Gesteine der Lavaströme sind theils Limburgite, theils Feldspath- und Nephelin-Basalte, meist olivinreich.

Der mittlere Theil der Insel. Zwischen dem Kamme des Malaguetta-Gebirges und dem gegenüberliegenden höheren Gebirgszug, welcher sich von dem höchsten Punkte der Insel gegen Westen erstreckt, dehnt sich ein Plateau aus, in welchem sich mehrere Kegel erheben; vom Westrande dieses Plateau's senkt sich das Terrain sanft absteigend gegen das Meer zu, zahlreiche tief eingeschnittene, meistens schmale Thäler, haben vielfach beigetragen um die ursprüngliche Form des Vulcans zu verändern. Das Plateau selbst, die Chada falcao, ist fast eben und zeigt nur geringe Steigung gegen Osten zu, einige breite Gräben mit senkrechten Abhängen durchziehen es in der Richtung von O. nach W. Am Südrande erheben sich mehrere zusammenhängende, aus mächtigen Lavamassen bestehende Hügel, der Monte Tiro und der, hauptsächlich aus rothen Tuffmassen (deren Neigung ge-

---

[1]) Chada falcao ist der Name des mittleren Theiles dieses Plateau's, andere führen den Namen Chada Lai, Chada Mula, ich bezeichne das ganze Plateau als Chada falcao.

gen Nordosten gerichtet ist) zusammengesetzte Monte Vermelho, während hinter diesen Hügeln sich die Ausläufer des Monte Grande und des Monte Gregorio erheben, welche jenseits des Erosionsthales der Engenhoes liegen; in diesem Thale lässt sich der Bau des Hochplateau's gut ersehen, wir haben hier sehr langsam gegen Westen oder Nordwesten geneigte Lavaströme, zwischen diesen dünne Tuffschichten, die am Contact mit der Lava sehr eisenschüssig sind und eine rothbraune Farbe zeigen. An der Einmündung des Engenhoesthales erhebt sich auf dem rechten Ufer ein hoher säulenförmiger Berg von beträchtlicher Höhe, der Monte Birianda, welcher steil nach allen Richtungen abfällt und vielfach zerrissene und zerklüftete Formen zeigt, seine Schichten liegen nahezu horizontal mit einer kleinen Neigung gegen NW. Viele Gänge durchziehen ihn in allen möglichen Richtungen. Der Abfall des Plateau's von Chada falcao gegen Westen zu, ist allenthalben steiler als der gegen Osten; zwei breite Thäler ziehen hier gegen das Meer zu, das Charcothal und die Ribeira da Barca; im Allgemeinen beobachtet man auch in dieser ein Einfallen der unter sehr geringem Winkel geneigten Lavaschichten nach Nordwesten und bieten sich hier ähnliche Verhältnisse wie im Engenhoesthal, aber einige besonders interessante Localitäten mögen hier erörtert werden: in dem unteren Charcothale findet sich eine anstehende grössere Scholle von sedimentärem Gestein, welche zwischen den basaltischen Massen eingekeilt ist und von demselben überlagert wird. Ihre Ausdehnung dürfte eine ziemlich beträchtliche sein, denn sie reicht bis in das Thal Rib. da Barca hinüber. Sie besteht aus einem Phyllitartigen Gesteine und einem blauen Kalksteine, welcher mehr oder weniger in körnigen Marmor umgewandelt ist (eine nähere Beschreibung derselben findet sich im mineralogischen Theile der Arbeit). Daneben tritt auch ein älteres Foyaitartiges Eruptivgestein auf. Da der Lagerung der Laven nach keine Ausbruchstelle vorhanden ist, sondern die Laven offenbar aus grösserer Entfernung bis zu diesem Punkte geflossen sind, so ist mit Sicherheit zu vermuthen, dass wir es nicht mit einer mitgerissenen Scholle zu thun hatten, sondern dass hier ein Bruchstück eines früher vorhandenen und auch, wie wir gesehen haben, an manchen anderen Punkten der Insel auftretenden älteren Massivs vorliegt. Im unteren Charcothale treten auch öfters Gänge

eines sehr biotitreichen Gesteines auf, welche im oberen fehlen, und die wahrscheinlich mit jenen des Monte Birianda identisch sind. Das Gestein des letzteren ist Phonolith oder Tephrit; in dem parallel verlaufenden Thale von Rib. da Barca finden wir wieder Lavaschichten, welche durch Tuffe getrennt sind; sehr häufig sind im Thale grössere Blöcke von metamorphosirtem Kalksteine. Am rechten Ufer dieses Baches beginnt die Phonolithformation, welche sich bis zum Monte Branco und von hier fort zum Rio Prata erstreckt. Es sind eigenthümlich gebleichte, plattenförmig abgesonderte Gesteine, welche nahezu horizontal mit geringer Neigung gegen Norden gelagert sind. Ob diese phonolithischen Massen ebenso wie die basaltischen von Süden gegen Norden geflossen und als Lavaströme zu betrachten sind, oder ob sie nicht ein selbstständiges Domgebirge bilden, habe ich zwar mit Sicherheit nicht entscheiden können; da aber an manchen Stellen eine Schichtung der Laven, entsprechend der der benachbarten Basaltlaven beobachtet wird, so ist wohl das erstere anzunehmen, umsomehr, als auch die Configuration des Gebirges nicht einer domförmigen Kuppe, sondern einem durch Erosion veränderten Lavamassiv entspricht.

Aus der Ebene von Chada falcao erheben sich mehrere kleine Kegel, so der Monte Chegao an dem südwestlichen Fusse des Malaguettagebirges, der Monte Aguas Podras etwas weiter gegen Westen, und ein zweiter im Süden, endlich der kleine Schlackenkegel Machouli am Ostrande; keiner zeigt einen deutlichen Krater, aber alle zeigen Spuren eines solchen, und auch ihr Bau aus Schlacken und Lapilli lässt sie als kleine secundäre Krater erkennen. Ihre Höhe ist keine bedeutende, der höchste, welcher am Fusse des Steilrandes der Malagnetta liegt, ist kaum 120 M. hoch, der Machouli endlich zählt vielleicht 40 M. Auf der rechten Seite des Engenhoes-Thales findet man eine fortlaufende, von O. nach W. ziehende Hügelkette, der östlichste, der Monte Vermelho und der benachbarte Monte Tiro, sind vielleicht durch neuere Eruptionen entstanden, sie sind aus Schlacken und Lavaschichten aufgebaut, während die übrigen von diesen durch einen Thaleinschnitt getrennten, nur Reste der älteren Lavaströme sind, welche auch dieselbe Neigung haben wie diejenigen, welche das Plateau sowie die Abhänge des Gebirges gegen dasselbe bilden. Die Höhe dieser Hügel ist ebenfalls eine geringe und erreicht nicht 150 M.

Zu bemerken ist, dass das Einfallen der Schichten am Monte Tiro und am Monte Vermelho gegen Norden und Nordwesten gerichtet ist. An manchen Stellen, namentlich an der linken Thalseite des unteren Engenhoes-Thales, findet man geschichteten rothbraunen Tuff, welcher möglicherweise ebenfalls einer jüngeren Eruption angehört, wie jene früher erwähnten Hügel, wie denn der Kessel der Chada falcao jedenfalls der Schauplatz einer intensiven vulcanischen Thätigkeit gewesen sein muss, die hauptsächlich in der Bildung kleinerer Kegel ihre Wirkung äusserte.

Was den Abhang des Plateau's gegen Osten anbelangt, so ist er nur in seinen obersten Partien ein steilerer, während gegen die Küste zu die Senkung eine sehr allmälige ist, viele breitere Thäler, wie die von S. Miguel, Flamengos, Boa Entrada durchschneiden es; auch hier ist der Bau dem früher gesagten entsprechend. Dicke Lavaschichten, mit sehr geringer Neigung gegen Norden und Nordosten sind durch kleine Lager von Tuffen getrennt, Gänge sind im Allgemeinen hier ziemlich selten zu sehen. Das Terrain ist stark erodirt und eine Reihe von, zum Theile ziemlich hohen, steilen Pics (wie der Monte da Boa Entrada [1500 M.]) und einige andere ragen zuckerhutartig als Reste früherer Lavamassen noch aus den sanfteren Rücken, welche die Abhänge bilden, hervor.

Die Vermuthung, als sei dies eben beschriebene Kesselthal der ursprüngliche Hauptkrater der Insel, wird sowohl durch das Studium des südlichen Theiles als auch schon dadurch widerlegt, dass der Boden der „Chada“ aus einer Lavendecke gebildet wird, welche nicht etwa ein regelmässiges Einfallen nach Aussen zeigt, sondern nach Norden unter geringem Winkel einfällt.

Der Pico d'Antonio und seine südliche Abdachung. Südlich der Thäler Engenhoes und Os Picos erhebt sich der imposanteste Theil der alten Vulcanruine von S. Thiago: der alte Krater des Pico und die Reste seines Mantels. Das Terrain südwestlich der Chada falcao ist ein ungemein wechselvolles, erodirtes, so dass man nur mit Mühe Ordnung in das Gewirr der zahlreichen Bergspitzen und Rücken bringen kann, um sich ein Bild von der früheren Configuration des Gebirges machen zu können. Dies gelingt am besten von der hohen schwierig zu erreichenden Kuppe des Pico selbst, welche einen ausgezeichneten

Ueberblick über die Insel und ihren Bau gewährt. Das Picosthal strömt von der südwestlichen Ecke des Hochplateau's gegen Osten, es wird aus zwei kleinen Thälern gebildet, welche an ihrem Ursprunge kesselförmig ausgehöhlt sind; der Pfad, welcher von Chada falcao in das Orgaosthal führt, durchquert dieselben. Nach Osten zu verflacht sich das Gebirge und nur am Ursprunge der Thäler erheben sich einige zuckerhutähnliche zerklüftete Berge mit ungemein steilen Abhängen. Aehnlich ist die Form des Gebirges im oberen Thale des Orgaos, und von dem früher genannten Standpunkte erblickt man ein langsam gegen Nordost, Ost und weiterhin nach Südost sich verflachendes bergiges Hügelland, welches von zahlreichen, mit üppiger Vegetation versehenen, meist breiten Thälern durchzogen wird; in südlicher Richtung erhebt sich steil über dieses Hügelland, aus dem jene Thäler entsprossen, der circa 1200 M. über diesem sich erhebende Kamm des Pico d'Antonio. In dem Thale der Picos sowohl, als in dem von Orgaos hat man constant neben sich jene gigantischen wilden Abhänge, welche von dem alten Kraterrande steil abstürzen. Der vielfach zerrissene und zerklüftete Kamm hat seine ursprüngliche Form nur an wenigen Punkten behalten, meistens hat ihm die Erosion eigenthümliche bizarre Formen gegeben und pfeilerartig ragen die isolirten Felsmassen in die Wolken.

Der Name Orgaos, welchen das Thal führt, das am steilen Abhange sich hinzieht, rührt von diesen eigenthümlichen, orgelpfeifenähnlich sich erhebenden, hohen Felsen her. Betrachtet man den Bau des überall blossliegenden Abhanges, so sieht man in den Thalkesseln von Os Picos und Orgaos und den Seitenthälern deutlich, wie die übereinander lagernden Laven von einer Mächtigkeit von 5—25 M. nahezu horizontal liegen, sich aber von dem Pico d'Antonio allmählig gegen Süden und Westen, im unteren Theile des Orgaos aber gegen Osten und Südosten unter sehr geringen Winkeln neigen. Diese Lavaschichten sind nur durch sehr dünne Schichten von Lapilli oder Tuff getrennt. Auffallend ist allenthalben die geringe Neigung der Laven, welche wir schon im nördlichen Theile der Insel beobachteten, der Winkel beträgt nur circa 10° und müssen es sehr dünnflüssige Laven gewesen sein, welche auf so flachen geneigten Ebenen in so grosser Entfernung, 4—5 Meilen weit, sich erstrecken konnten. Zahlreiche kleine

Gänge durchziehen in allen möglichen Richtungen vom Abhange des Picos aus die Lavaschichten und ragen mauerähnlich hervor.

Es wurde bereits die Seltenheit loser Eruptionsproducte vermerkt, nur in dem Thalkessel Os Picos und am Ursprunge des Orgaos häufen sich diese Massen und treten nicht nur zwischen einzelnen Lavaschichten, sondern, so am Aufstiege gegen Gomes Anes in grösseren Massen hervor; sie bezeichnen demnach ebenfalls den Eruptionspunkt, den Pico. Was die, dem Steilabhange des Pico's gegenüberliegenden Bergmassen anbelangt, welche nirgends eine bedeutende Höhe erreichen und die auch nur verhältnissmässig wenig über dem Fusse des Abhanges sich erheben, so zeigen sie den einfachen Bau von Lavaschichten, die gegen Nordosten und Osten einfallen. Gänge sind hier ebenfalls, wenngleich weniger häufig, zu beobachten. Im weiteren Verlaufe gegen Osten scheinen sie sehr selten zu werden; vielleicht trägt auch dazu der Umstand bei, dass die Thalrichtung, welche mit der Hauptrichtung jener zusammenfällt, die Beobachtung erschwert. In dem südöstlichen Theile des Gebirges finden sie sich häufiger und oft auch in beträchtlichen Entfernungen von dem angenommenen Eruptionscentrum; wir sehen überhaupt in dieser Richtung das Gebirge sich allmählig verflachen, die Wirkungen der Erosion sind hier grösser, ihr haben wir auch die Bildung von mehr selbstständigen Gipfeln wie am Monte Liao bei St. Domingo u. A. zu danken. Das wellige Hügelland zwischen diesen und dem Pico ist weit mehr erodirt, als die Rücken jener Berge; doch hat man hier keineswegs mit neuen Eruptionspunkten zu thun. Das ganze Gebirgsland zwischen dem Rio S. Domingo und dem Orgaosthal zeigt sich aufgebaut aus langsam gegen Osten einfallenden Lavaschichten, welche gegen das Meer zu abfallende Rücken zeigen. Die Lavaströme zeigen auch in dieser Gegend schöne säulenförmige, oft auch wie im Domingothale plattenförmige Absonderung, der Charakter der Landschaft ist selbstverständlich in diesem Theile des Gebirges ein viel milderer, die Abhänge aber, wenngleich wenig hoch, doch ziemlich steil; während die Oberfläche des Rückens mehr plateauähnlich wird, zeigen sich die Thäler weit weniger tief eingeschnitten und namentlich in ihren unteren Theilen gleichmässig breit.

Betrachten wir nun die westliche und südliche Abdachung des Pico's. Von dem Fusse des eigentlichen oberen Kegelberges, der Chada Mula, einer kleinen Hochebene, erhebt sich das Terrain allseitig regelmässig gegen Westen, Südwesten und Süden. Der Westabhang von Chada Mula gegen das Plateau von Chada falcao ist anfangs ziemlich sanft, vielfach durch Schluchten und Abhänge zerrissen, welche aus dem ursprünglich regelmässigen Abhange ein wildes zerklüftetes Bergland gemacht; doch kann man aus der Abnahme der Höhe im Westen deutlich auf die ursprüngliche Form der sanfteren Abdachung schliessen; eine weitere Veränderung ist durch den Steilrand des Gebirges gegen das Hochplateau der Chada falcao entstanden, welcher 3—400 Meter beträgt und im westlichen Theile am Monte Gregorio ziemlich steil ist, während er im oberen Engenhoesthale durch terrassenförmig abfallendes Bergland ersetzt wird. Was den geologischen Bau anbelangt, so zeigen die Lavaströme ein geringes Einfallen gegen Norden und Westen; zahlreiche, nahezu verticale Gänge, meist mit der Richtung SN. treten an den steilen Abhängen der Erosionsthäler auf. Gegen Süden und Südwesten ist der Abhang ein sanfterer, auch hier ist die frühere Abdachung durch die Erosion vielfach verändert worden; die Spuren einer früher existirenden Hochebene sieht man allenthalben, schon von Praya aus sieht man auf einer Höhe von circa 1500 M. eine grössere Terrasse, welche langsam nach unten sich abdacht und auf welcher der eigentliche Kegel sich erhebt. Untersucht man den Südrand bis gegen Monte Liao, so kommt man zu der Ueberzeugung, dass der höchste Gipfel, der jetzige Pico, Theil eines Kegels bildete, welcher aus einem Hochplateau, der Spitze eines abgestumpften Kegels, entstand. Dies zeigt auch die Besteigung der Spitze. Wenn man von S. Joao aus das Thal verfolgt, steigt man, nachdem man das Gebiet der secundären Krater verlassen hat, langsam innerhalb der, gegen Süden einfallenden Lavaströme an. Auf einer Höhe von 1500 Meter ist man am Fusse des eigentlichen Kegels, anfangs hat man hier denselben Bau wie unten, dann aber, ungefähr 100 M. von der höchsten Spitze entfernt, befindet man sich im Gebiete des eigentlichen Aschenkegels, welcher nur aus Schlacken und Lapilli besteht; an der Spitze, welche so schmal ist, dass mehrere Personen nebeneinander kaum Platz

haben, ist kein Lavastrom mehr sichtbar. Wenngleich die Abhänge gegen Süden weit weniger steil als die gegen Norden sind, so hat doch auch hier die Erosion steile Abdachungen und viele Schluchten hervorgebracht, welche den Vulcan vielfach verändert haben. Es ist übrigens wahrscheinlich, dass der Vulcan früher noch weit höher war; das, was von dem eigentlichen Aschenkegel übrig ist, ist nur ein sehr kleiner Bruchtheil davon, aller Berechnung nach dürfte der Krater 1—2 Kilometer Durchmesser gehabt haben. Jedoch nur auf dieser höchsten Spitze ist noch eine Spur von demselben wahrzunehmen; über die Form des ursprünglichen Kraters lässt sich jedoch mit Sicherheit keine Hypothese aufstellen, da eben nur eine Seite des Kraterwalls erhalten blieb, während der grösste Theil desselben durch die Erosion vernichtet wurde.

Plateau südlich des Picogebirges. In einer Ausdehnung von circa 1½ Meilen erstreckt sich vom Fusse des Abhanges des Pico d'Antonio bis zum Meere ein sehr sanft gegen das Meer sich verflachendes Plateau, ein Lavafeld, durch neuere Eruptionen durchbrochen. Die Mächtigkeit dieses Lavafeldes wechselt zwischen 100—280 M. Die Schichten liegen nahezu horizontal; die Mächtigkeit der einzelnen Ströme ist eine bedeutende und variirt zwischen 10—50 Meter; dünne Tuffschichten trennen sie. Das ganze Plateau wird durchzogen von breiten, wenig tiefen Thälern, welche meistens die Richtung NS. einschlagen und einen eigenthümlichen Eindruck machen, der an wenig tiefe Cañons erinnert.

Am Strande beobachtet man fast überall eine dünne Schichte von Kalkstein, welche eine recente Bildung ist, und die auch die jetzt im Meer lebenden Versteinerungen enthält. Die älteren Laven des Pico d'Antonio sind älter als diese Kalksteine, und so sieht man letztere Einschlüsse des Basaltes enthalten.

Dort wo die Laven über den Kalk geflossen sind, haben sie die Oberfläche der Schichte in einem Abstande von circa 0·25 M. verändert, und beobachtet man, dass der Kalk etwas körnig geworden und hie und da grosskrystallinisch ist.

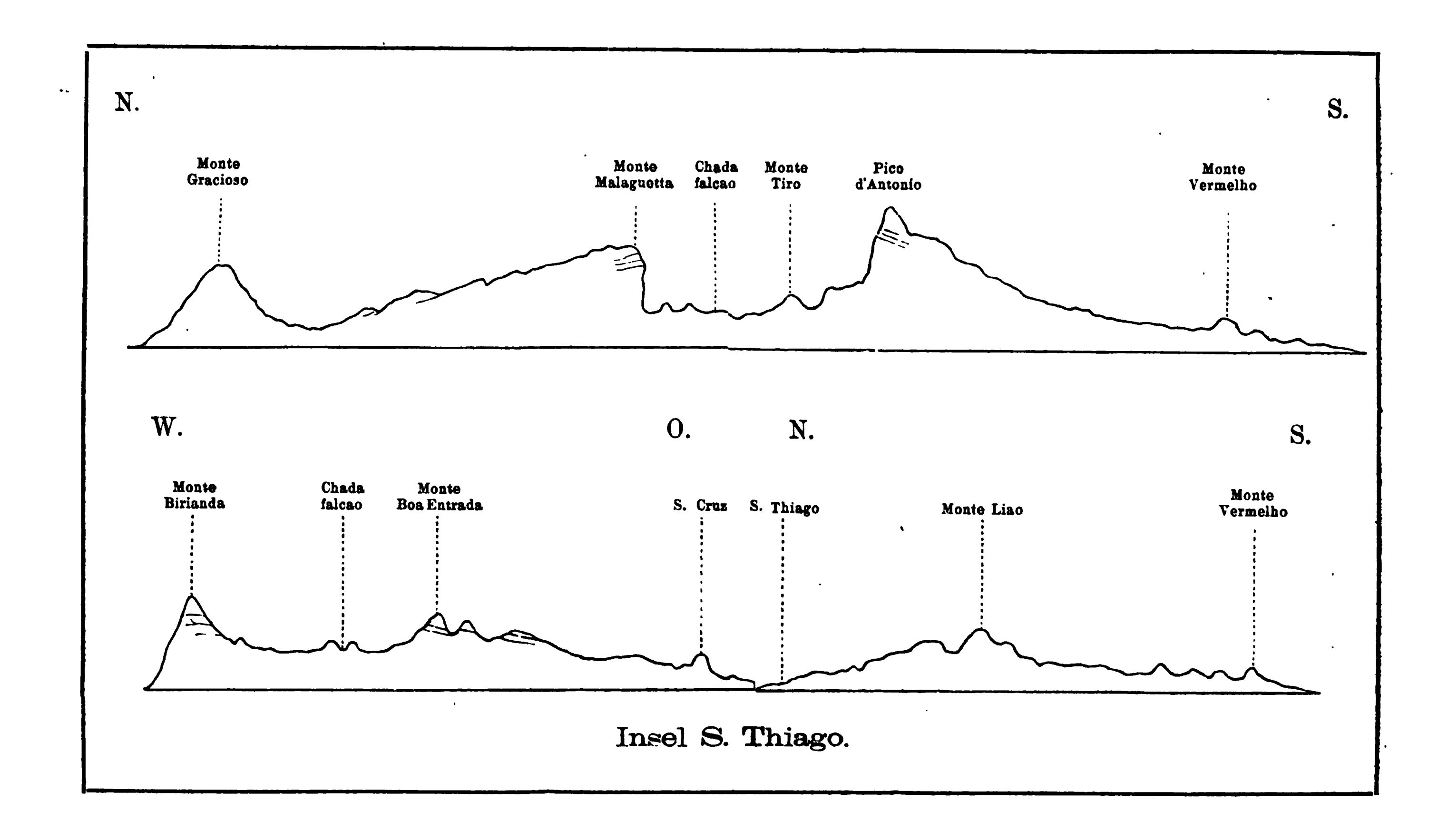
Auf dieses reduciren sich die von mir beobachteten Contacterscheinungen. In Bezug auf andere, von Darwin[1]) beschriebene

[1]) Vulcan-Inseln.

Contacterscheinungen muss ich gestehen, dass ich dieselben anders deuten muss, so z. B. was derselbe p. 13 von einem schlackigen Gesteine, welches Kalk enthält, mittheilt, und von welchem er meint, dass es einer Mischung von Lava und kohlensaurem Kalke seine Entstehung verdanke, so glaube ich, dass man es hier nur mit aus dem Gestein ausgelaugten kohlensaurem Kalke zu thun hat. Man beobachtet häufig im Kalke Bruchstücke von Basalt und manche Basalte enthalten auch Bruchstücke von Kalk, aber dies sind einfache Einschlüsse, welche oft gar nicht alterirt worden sind. Von weitgehenden Contactwirkungen habe ich nichts beobachten können (vergl. p. 151). Wenden wir uns nun zu den secundären kleinen Vulcanen, welche auf dem Südabhange recht häufig auftreten. Zwischen dem Abhange des Pico's und der Ostküste beobachtet man eine Reihe von Kegelbergen, welche jüngeren Datum's sind, als das sie umgebende Lavafeld. Einer der bedeutendsten ist der Monte Vacca, an dessen Fusse das Plateau von Ilheu sich ausdehnt, ein hoher Kegel, welcher nicht nur Schlacken, sondern auch Lava geliefert hat. Neben ihm erheben sich noch zwei kleinere Kegel ähnlicher Beschaffenheit, und in der südöstlichen Fortsetzung finden wir den kleinen Krater des Monte Facho, Darwin's Signal-Post-Hill, ein kleiner aus Tuffen bestehender Hügel, welcher auch Lavaströme geliefert hat, die sich über die ersten Laven ergossen haben. Auf der Höhe des circa 20 M. hohen Kegels sind die Spuren eines Kraters noch zu constatiren, mehrere Gänge durchlaufen die Tuffschichten. Ein kleiner unbedeutender recenter Kegel findet sich nördlich vom Praya; die Eruption dieses Kegels hat am Fusse desselben die ältesten Gesteine blossgelegt, welche sonst nirgends in dieser Gegend beobachtet werden: es ist dies ein porphyrartiger Phonolith, welcher durch Gänge von Basalt, welche offenbar jener neuesten Eruption angehören, durchbrochen wird. Am Westabhange dieses Berges fand ich eine grosse Scholle von Glimmerschiefer, in Verbindung mit Blöcken von Diabas, Marmor, Diorit, Gneiss. Bruchstücke letzterer lassen sich überall constatiren, wenn man das kleine Thal aufwärts steigt, doch fand ich sie dort nirgends anstehen. Westlich vom Praya erhebt sich der recente Kegel des Monte Vermelho, aus Schlacken bestehend, doch hat er auch Lava geliefert, in nördlicher Richtung schliesst sich an ihn ein zweiter

kleiner Schlackenkegel. Ein ausgedehntes secundäres vulcanisches Gebiet findet sich zwischen Ribeira grande und Ribeira S. Joao, die Erosion hat auch hier sehr viel beigetragen, um die ursprünglichen Bergformen zu zerstören, so dass auch der alte Krater verschwunden ist, man durchzieht nur ein Labyrinth von Tuffschichten mit Lavaströmen, welche durch zahlreiche Gänge, die in allen möglichen Richtungen streichen, durchbrochen werden. Die Laven sind sowohl nach Westen, als auch nach Süden geflossen, während sie in nördlicher Richtung vermisst werden, ihr Eruptionspunkt scheint der Monte Facho, der höchste Punkt des Gebirges, gewesen zu sein. Im Norden schliesst sich das Gebiet an die älteren Laven des Pico d'Antonio an. Weitere Eruptionspunkte sind der Monte Attaguado bei S. Joao, ein isolirter Schlackenkegel, an welchen sich mehrere ähnliche gegen Süden anreihen, zahlreiche Basaltgänge, die die Tuff- und Lavaströme durchbrochen haben, namentlich bei S. Joao treten sie ungemein häufig auf; da die Erosion die losen Massen vielfach weggeschwemmt, sieht man diese Gänge mauerartig isolirt emporragen. Auch nördlich von S. Joao sieht man noch einzelne isolirte Hügel, ebenso kann man auch westlich der Ribeira grande am Ufer des Meeres kleine isolirte Kegel beobachten. An der Ostküste in der Nähe des Dorfes S. Thiago findet sich ein mehrere Quadrat-Kilometer bedeckendes Gebiet neuerer Laven; einer der wichtigsten Eruptionspunkte ist nördlich von diesem Punkte, einen gut erhaltenen Krater findet man aber auch hier nicht. Die recenten Laven haben sich bis S. Cruz, andere auch in nördlicher Richtung bis zur Einmündung des Boa Entradathales ausgedehnt. Das Material der neueren Laven ist zum grössten Theil Nephelin-Basalt oder Limburgit, Plagioklasbasalt ist weit seltener.

Einige Daten über die Höhenverhältnisse dürften willkommen sein: Die Höhe des Pico (Seekarte) beträgt 2254 M., nach v. Barth wäre sie jedoch 1357 M., während ich selbst nur 1810 M. fand. Die mittlere Höhe der Chada falcao bestimmte ich zu 600 M., die des Maloguetta-Pic's zu 1300 M.; der Monte Gracioso misst nach Barth 645 M. Die Höhe der Seekarte erscheint mir entschieden zu hoch gegriffen.




Insel S. Thiago.

Noch einige Bemerkungen über die Entstehung des Inselvulcans: Die Insel S. Thiago ist gebildet durch einen grossen kegelförmigen Vulcan, dessen Höhe wohl 2500 M. erreichen könnte, also die des benachbarten so ähnlichen Vulcans Fogo. Der Hauptkrater befindet sich auf der Höhe des Pico's, auf welchem von der Basis des Aschenkegels noch einige Reste sichtbar sind, die Dimensionen desselben mögen nach dem noch vorhandenen Bruchstücke zu urtheilen, ungefähr ein Kilometer betragen haben, während seine Höhe wohl 900 M. zählen konnte. Dieser Kegelberg erhob sich auf einer Hochebene, von welcher noch ein Bruchstück (Abhang gegen Süden) erhalten ist, ob diese Hochebene nicht einen alten Kraterboden darstellt, dessen Wall den inneren Kegel umschloss, bleibt dahingestellt, wie sich auch wegen der stark vorgeschrittenen Erosion nichts näheres über die frühere Ausdehnung dieses, ungefähr in einer Höhe von 1530 M. befindlichen Plateau's sagen lässt. Die unter einem sehr geringen Winkel fliessenden, zum Theil sehr mächtigen Lavaströme bedeckten den ganzen südlichen Theil der Insel, während sie anderseits 6—7 Meilen gegen Norden vordrangen. Sie bedeckten oder umflossen frühere vulcanische Bildungen, wie den Phonolithdom des Monte Gracioso, oder andere aus demselben Gestein bestehende Hügel, wie die, welche dicht hinter Praya sich finden. Durch eine Verlegung des Eruptionspunktes öffnete sich nach oder während der Periode der Thätigkeit des Vulcans ein grosses Kesselthal nördlich des Hauptkraters, welcher durch die Erosion vergrössert und geöffnet wurde, und dessen Boden die erwähnte Chada falcao bildet; eine Anzahl neuerer kleinerer vulcanischer Schlünde war in derselben thätig und hat mehrere Kegelberge gebildet. Dass dieser Kessel nicht den alten grossen Krater der Insel repräsentirt, wie man aus einer oberflächlichen Besichtigung entnehmen könnte, lehrt das Einfallen der Schichten, die keineswegs mantelförmig von hier aus nach Aussen fallen, sondern ihre Richtung gegen Norden nehmen, während auch die den Boden der Hochebene bildenden Laven dieselbe Lagerung besitzen. Die Chada falcao ist also ein seitliches, durch spätere, wahrscheinlich mit Explosionen verbundene Eruptionen, die mehrere kleine Berge wie den Monte Chegao, Aguas, Podras, Monte Vermelho etc. bildeten, entstandenes, durch Erosion erweitertes und verändertes Thal,

welches in mancher Hinsicht vielleicht mit dem Val del Bove verglichen werden kann. Am Fusse des Hauptvulcans bildeten sich kleinere secundäre Feuerberge, deren ausgedehntester die Berge zwischen S. Joao und Ribeira grande bildete, dann den Kegel des Monte Vermelho, Monte Facho, Monte Vacca und Andere. Das Auffinden von Resten einer Sediment-Formation am Charcothale, und nördlich von Praya, zeigt, dass die schon in S. Vincent vorgefundenen älteren Bildungen sich bis hierher ausdehnten, und wohl ein einheitliches Ganze gebildet haben mögen; das Vorkommen von neueren Tertiärschichten an den Küsten des Vulcans weist auf eine, wenn auch nicht bedeutende Hebung derselben hin.

Hier mögen einige Profile eingereiht werden, welche das Verständniss der Topographie der Vulcane erleichtern sollen.

---

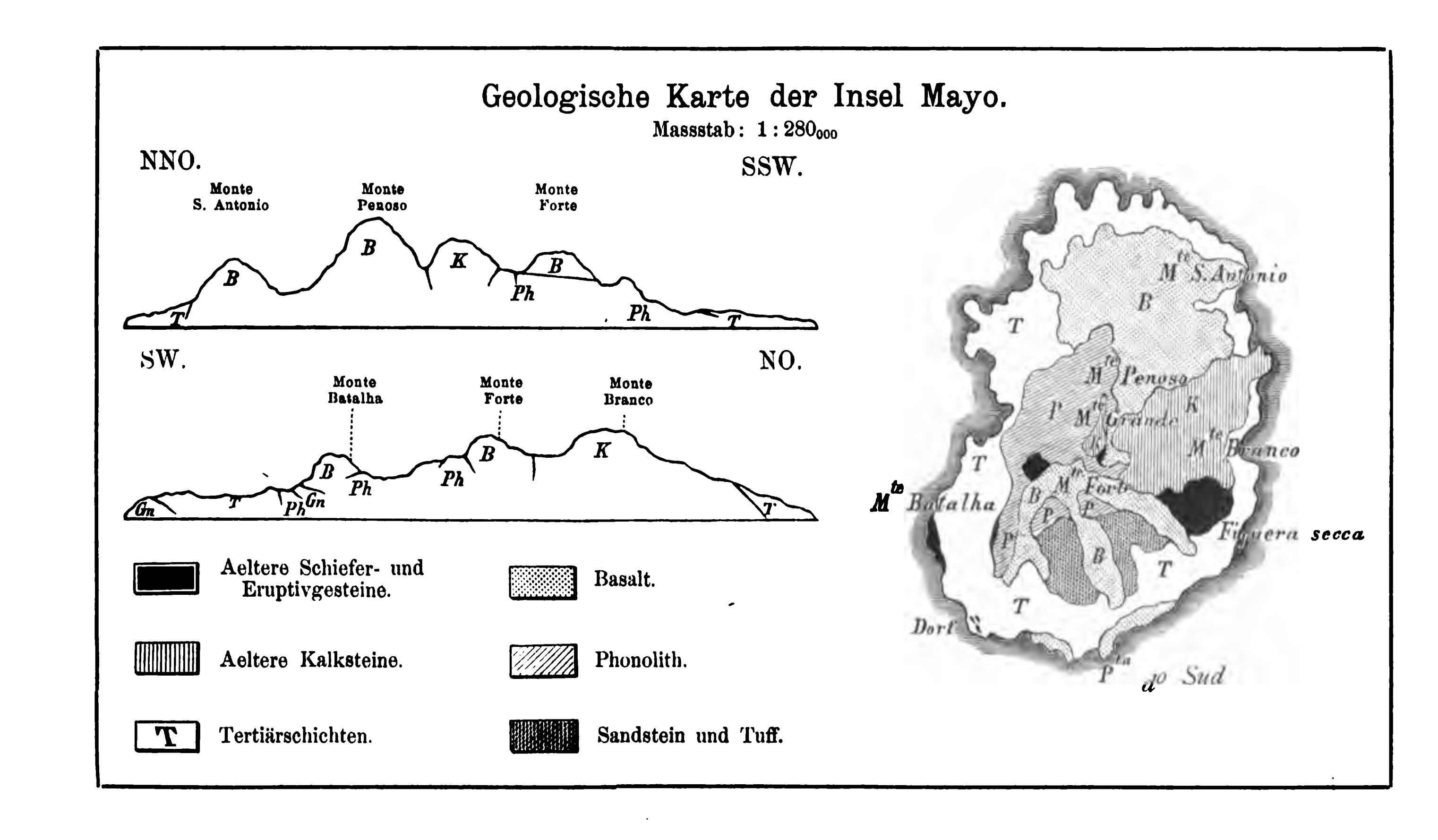
## Die Insel Mayo.

Mayo liegt östlich von S. Thiago, nur wenige Meilen davon entfernt. Sie hat elliptische Form und zeigt nur selten bedeutendere Einbuchtungen. Ihre Ufer sind wenig über dem Meeresspiegel erhaben und nirgends zeigen sich steile Ufer. In der Mitte der Insel erhebt sich ein nicht sehr hohes, kleines Gebirge, dessen höchster Punkt circa 600 M. über den Meeresspiegel erhaben ist. Es ist dies der Monte Penoso, welcher gegen Norden und Westen steil einfällt, während er sich gegen Osten langsam verflacht. An ihn lehnen sich die etwas niedereren Gebirge des Monte Grande und des Monte Branco an, bei denen ebenfalls ein Verflachen gegen das Meer beobachtet wird, während andererseits gegen Südwesten die Hügelkette des Monte Forte, des Monte Batalha sich hinzieht, um sich allmählich gegen Süden und Westen zu verlaufen. Nördlich vom Monte Penoso dehnt sich ein nicht sehr hohes Plateau aus, welches von dem 100—200 M. hohen Gebirgszuge des Monte Antonio umgeben ist. Zwischen dem genannten Bergrücken findet sich nahezu flaches Terrain. Im südlichen und östlichen Theile der Insel fehlen Bäche und irgendwie nennenswerthe Thäler ganz, nur im Gebiete des Monte Grande

und Monte Penoso sieht man einige breitere, wenig tief eingeschnittene Thäler. Während die Topographie der Insel sehr wenig complicirt ist, sind die geologischen Verhältnisse weit weniger einfach. Die eben erwähnte Ebene zwischen dem Gebirge und der Küste wird von Tertiärbildungen [1]) bedeckt, unter diesen findet man an der Küste vielfach ein dunkles basaltisches Gestein deckenförmig gelagert. Eine complicirte Zusammensetzung hat der Monte Batalha, welcher zum grossen Theile aus einer Phonolithmasse besteht, an deren Westseite ältere Bildungen, Kalksteine und Glimmerschiefer auftreten. Am Contact finden sich allerlei Mineralbildungen. Das Ganze wird von einem Basaltstrome bedeckt, der wohl vom Monte Penoso seinen Lauf genommen; steigt man über den Monte Batalha gegen Nordosten ins Thal, so findet man neben dem genannten Phonolith, Bruchstücke älterer Gesteine, wie Syenit, Gneiss etc. Weiterhin findet man an den Abhängen des Monte Grande gegen Nordosten Kalke, welche in Dolomit umgewandelt sind. Die Ebene zwischen Monte Penoso und Monte S. Antonio besteht aus Lavaschichten und Tuffmassen. Letzterer zeigt einen deutlichen Bau aus Lava mit Tuffschichten; grosser Augitreichthum zeichnet die Laven aus. Gegen Norden streichende Gänge sind recht häufig. Ganz so ist der Monte Penoso aufgebaut, die Schichten fallen gegen Osten ein, während die des Monte Antonio in nördlicher Richtung verlaufen. Die Hügel des Monte Forte und zum Theil des Monte Grande bestehen aus Phonolith; an den Flanken findet man geschichtete Gesteine, welche als Phonolithtuffe bezeichnet werden können, Lavaströme sind übrigens auch vom Monte Forte zu gegen Osten und Süden geflossen. Im Süden des Monte Penoso endlich erhebt sich ein Massiv sedimentärer Schichten, welches sich bis gegen die Ostküste hinzieht. Der Monte Branco, sowie ein Theil des Monte Grande, wurden aus Kalkschichten gebildet, welche unter einem Winkel von 20—30° gegen Osten und Südosten einfallen. Dieselben sind häufig durch kleine augitreiche Basaltgänge durchsetzt, welche jedoch keinerlei Contactwirkungen hervorgebracht haben. Das

---

[1]) Kalksteine, zum grössten Theile aus Fossilienresten bestehend, welche aber nicht näher bestimmbar sind, daher auch eine genaue Bestimmung des Niveau's unmöglich war. Vergl. p. 155.



Geologische Karte der Insel Mayo.
Massstab: 1 : 280000
NNO.
SSW.
Monte S. Antonio
Monte Penoso
Monte Forte
SW.
NO.
Monte Batalha
Monte Forte
Monte Branco
Aeltere Schiefer- und Eruptivgesteine.
Aeltere Kalksteine.
Tertiärschichten.
Basalt.
Phonolith.
Sandstein und Tuff.
Mte S. Antonio
Mte Penoso
Mte Grande
Mte Branco
Mte Forte
Mte Batalha
Figuera secca
Dorf
Pta do Sud

Vorkommen dieser Gesteine zeigt, dass man es nicht, wie bei analogen Vorkommen auf den anderen Inseln mit einer Scholle, sondern mit anstehenden grossen Massen sedimentärer Schichten zu thun habe. Bei Figueira secca, welches bereits am Fusse des Gebirges liegt, treten in nicht geringer Verbreitung Diabase, Foyaite auf, welche eine zusammenhängendes Massiv bilden. Ausser diesen findet man am Südabhange des Monte Forte öfter kleinere Partien solcher Gesteine. Gneiss findet sich an der Ostküste, ebenso finden sich nördlich von dem Dorfe Mayo zahlreiche Blöcke eines granatenführenden Gneisses, welcher hier die Unterlage zu bilden scheint, der Sand längs der Küste zeigt deutlich die Bestandtheile desselben, verhindert aber auch die Beobachtung an anstehendem Gesteine. Die früher genannten Tertiärschichten finden sich überall an der Küste der übrigen Gesteine aufgelagert.

Fassen wir das Vorkommen der älteren Gesteine zusammen: Auftreten umgewandelter kleinerer Massen anstehender Kalksteine am Monte Batalha, Vorkommen kleinerer Massen von alten Eruptivgesteinen nördlich vom Monte Batalha und südlich vom Monte Forte, dann eines bedeutenden Massives bei Figueira secca, Auftreten von beträchtlichen und mächtigen Kalkmassen am Monte Grande und Monte Branco, sowie der erwähnten Gneisse und der Schiefer am Monte Batalha, so kann kein Zweifel obwalten, dass die Insel Mayo die Reste eines älteren Continentes repräsentirt, welches aller Wahrscheinlichkeit nach mit dem analogen Vorkommen auf S. Vincent und S. Thiago zusammenhing. Ueber das Alter der Kalksteine, deren Einfallen gegen Osten und Südosten ist, lässt sich kein Anhaltspunkt gewinnen, sie mögen palaeozoisch oder mesozoisch sein, keinesfalls stehen sie in irgend einem Zusammenhange mit den jüngeren Tertiärschichten, welche überall horizontal aufgelagert sind, und welche sich nach der Eruption der Basalte ablagerten, und die überdies nur in der Ebene in der Nähe der Küste, in nicht grosser Mächtigkeit gefunden werden.

Das älteste Eruptivgestein der Tertiärzeit ist auf Mayo der Phonolith, dessen ursprüngliche Lagerungsform bedeutend verändert worden ist; ihm folgten die Basalte. Der Monte Penoso ist offenbar der Eruptionspunkt dieser Gesteine gewesen, wahrscheinlich ist die mit weissen und braunen Tuffen und Basalt

angefüllte Ebene zwischen Monte S. Antonio und Monte Penoso der Krater gewesen, denn die Laven des letzteren sind nach Osten und Süden, die des Monte S. Antonio nach Norden geflossen. Auch die Ströme am Monte Batalha und Monte Forte stammen aus jener Eruptionsperiode. Während und nach dieser Eruptionsperiode trat augenscheinlich eine Hebung ein, welche die Tertiärschichten um 15—30 M. erhob. Manche der Ausbrüche, so z. B. am Monte S. Antonio waren submarin, denn man findet auf der Höhe desselben dünne Kalkschichten mit Tertiär- oder recenten Fossilien angesiedelt. Der Vulcan Mayo, welcher wohl einer der ersten war und am Rande des Festlandes sich bildete, war gegenüber den anderen Vulcanen der Capverden: Fogo, S. Thiago, S. Antonio, S. Vincent ein ziemlich unbedeutender. Den Bau der Insel zeigen die noch beiliegenden Profile, während die Karte die Verbreitung der einzelnen Schichten angibt.

II.

# PETROGRAPHISCH-MINERALOGISCHER THEIL.

## Untersuchungsmethoden.

Die Untersuchung der als Gesteinsgemengtheile vorkommenden Mineralien kann zweierlei Zwecken dienen, sie kann einerseits eine nur approximative Bestimmung bezwecken, wie sie hauptsächlich früher in der Petrographie üblich war, also die Unterscheidung von Glimmer, Pyroxen, Plagioklas, Olivin, oder aber sie stellt sich das Ziel, eine genaue Kenntniss der Gesteinsgemengtheile zu erreichen, sowohl in optischer als auch in chemischer Hinsicht. Es ist hier der Ort, Einiges über die neueren Untersuchungsmethoden der gesteinsbildenden Mineralien mitzutheilen: dass man mit der sonst so wichtigen mikroskopischen Untersuchung von Schliffen nicht die vollständige Kenntniss der Zusammensetzung erreichen kann, ist zwar klar, aber jedenfalls wird eine solche allem übrigen vorauszugehen haben. An diese reihen sich die speciellen optischen und chemischen Untersuchungen, die Bestimmung der Löslichkeit in Säuren, die Schmelzbarkeit, des specifischen Gewichts etc.

Optische Untersuchung. — Nicht immer war es mir möglich, an Spaltblättchen oder an Schliffen nach bestimmten Richtungen Beobachtungen anzustellen, wie dies erwünscht gewesen wäre; ich musste mich in vielen Fällen damit begnügen, bei Feldspathen, Pyroxenen etc. die Auslöschungsschiefe in nicht orientirten Schliffen zu bestimmen, obgleich solche Beobachtungen, wie die Arbeiten der letzten Jahre gezeigt haben, viel an Sicherheit zu wünschen übrig lassen, und die daraus gezogenen Schlüsse einigermassen unsicher sind. Ganz zwecklos schienen sie mir aber trotzdem nicht, namentlich wenn es möglich ist, die Mineralien auch in anderer Hinsicht zu untersuchen. In manchen Fällen ist

auch die Beobachtung im convergenten Lichte, durch Adaptirung der entsprechenden Vorrichtungen (Condensorlinse) sehr nützlich, aber bei dichten Gesteinen ist sie nur selten anwendbar. Dass zur qualitativen Bestimmung, die Beobachtung der Krystallumrisse, die Mikrostructur, die Absorption, die Interferenzfarben und andere optische Merkmale benützt wurden, bedarf keiner weiteren Erwähnung. In neuerer Zeit haben auch die mikrochemischen Reactionen an Bedeutung gewonnen. Nebst mehreren schon älteren Reactionen, wie die Aetzung mit Salzsäure, zur Bestimmung mancher Mineralien, namentlich zur Erkennung von Calcit, Nephelin, Apatit, die schon früher häufig angewandt wurde, sind in neuerer Zeit die Aetzungsmethode Bořicky's [1]) und die Flammenreactionen Szabo's [2]) bekannt geworden; erstere leistet ihre Dienste namentlich bei porphyrischen und körnigen Gesteinen, ist aber in unserem Falle, wo vorwiegend dichte vorlagen, selten anwendbar. Meines Erachtens kommt man dort, wo überhaupt grössere Körner vorliegen, weit leichter und sicherer zum Ziel durch die qualitative Analyse oder durch einige Löslichkeits- (hie und da auch Schmelzbarkeits-) Versuche, oder durch die specifische Gewichtsbestimmung. Gerade in den Fällen wo sie wirklich sehr nützlich erscheint (Unterscheidung von Nephelin und Leucit z. B.) ist sie weniger brauchbar, und auch allzu subtil da es mitunter recht schwer wird die quantitativen Unterschiede zwischen Kalium und Natrium resp. Calciumfluoriden zu schätzen, Ich habe desshalb diese doch etwas subjective und auch in der Anwendung nicht gerade bequeme Methode möglichst vermieden.

Die Szabo'sche Methode der Flammenreactionen würde namentlich bei den Feldspathen recht gute Dienste leisten, wenn sie nicht noch mehr als die Bořicky'sche so sehr von der subjectiven Geschicklichkeit und Disposition des Beobachters abhängen würde. Mitunter, z. B. zur Unterscheidung von Nephelin und Leucit, von Kalknatronfeldspath und Kalifeldspath lässt sie sich trotzdem verwenden und führt auch rascher und bequemer zum Ziel als die erstgenannte Methode. Wichtiger aber als die Flammenfärbungen ist die Beobachtung der Schmelzbarkeit. Bei den Feldspathen hat schon Szabo ihre Anwendbarkeit gezeigt; aber auch

---

[1]) Prag 1877. — [2]) Budapest 1876.

bei anderen Mineralien ziehe ich dieselbe den oben genannten Methoden vor, da sie weniger subjectiv ist. Man kann bei sehr vielen Mineralien aus der Schmelzbarkeit einen Schluss auf Natron- und Eisengehalt ziehen, was z. B. bei Augiten, Hornblenden, Glimmern zur Unterscheidung recht gute Dienste leistet, wenn man namentlich eine grössere Anzahl von Vorkommnissen gleichzeitig untersucht und immer von analysirten Mineralien ausgeht. Namentlich lässt sich die Schmelzbarkeit zur Unterscheidung von zwei verschiedenen Varietäten einer Mineralspecies und zur Beobachtung ihres Zusammenvorkommens gut verwerthen, z. B. bei Feldspathen, Augiten. Zur Beobachtung der Schmelzbarkeit habe ich einen von der Szabo'schen Methode abweichenden Gang gewählt; ich nehme dazu ein Platinblech, auf welches die möglichst gleichmässigen Körner von ungefähr $^2/_3$ Millimeter Durchmesser aufgestreut werden, wobei immer neben die zu untersuchenden Körner ein solches einer bekannten Varietät derselben Species gelegt wird. Zum Erhitzen bediene ich mich eines Gebläse-Gasbrenners mit welchem allmälig verschieden hohe Temperaturen erzeugt werden; ich unterscheide dabei die Grade: dunkle Rothgluth, lichte Rothgluth, beginnende Weissgluth, lichte Weissgluth und messe auch die Zeit ab. Hat man verschiedene analysirte Mineralien von denen man ausgehen kann, so kann man angeben zwischen welchen derselben das betreffende Mineral liegt. Man kann sich auch der Schmelzbarkeit bedienen um Mineralien, allerdings nur sehr approximativ, mechanisch zu sondern. Hat man nämlich eine Anzahl Körner, welche (was durch ein Sieb, dessen Löcher von einander gleich weit entfernt sind, gut bewerkstelligt werden kann) nicht übereinander, sondern neben einander liegen, so kann man durch langsames Steigern der Temperatur es dahin bringen, dass die leicht schmelzbaren auf dem Bleche anschmelzen, wodurch die anderen entfernt werden können. Auf diese Weise kann man Material gewinnen um zwei beispielsweise im Natrongehalt oder im Magnesiagehalt differirende Mineralien zu trennen und weiter zu untersuchen. Zu diesem Zwecke kann man sich in einigen Fällen auch der Eigenschaft mehrerer Mineralien durch Schmelzen magnetisch zu werden, bedienen, da sich dieselben, nachdem man sie vom Blech mittelst eines Messerchens entfernt hat, durch eine Magnetnadel von andern Mineralien trennen lassen.

Isolirung der Gesteinsgemengtheile. — Dort wo die optisch-krystallographische Untersuchung nicht zum Ziele führt, ist die Analyse, sowie die specifische Gewichtsbestimmung weitaus allen jenen Versuchen vorzuziehen. Zu diesem Zwecke ist aber die Isolirung der Gemengtheile nothwendig; diese zu erreichen ist eine der wichtigsten Ziele der Petrographie, da sie nicht nur die genaue Kenntniss der Gemengtheile zu erkennen erlaubt, sondern auch, wenn sie vollständig ist, eine Bestimmung der quantitativen mineralogischen Gesteinszusammensetzung ermöglicht, würde letztere bei den wichtigsten Typen bekannt sein, so würde die so schwierige Nomenclatur und Eintheilung der Gesteine weit leichter gelöst werden. Schon wiederholt sind Versuche zur Bestimmung derselben gemacht worden, Roth, Bořicky, Koch und Andere haben aus den Analysen die quantitative Zusammensetzung zu berechnen gesucht, dies gelingt aber nur in seltenen Fällen, und selbst dort, wo alle Gesteinsgemengtheile quantitativ analysirt werden können, ist eine solche Berechnung immerhin noch gewagt, da kleine analytische Fehler zu grossen Täuschungen führen können; aber nur in den wenigsten Fällen ist es überhaupt gelungen, eine Analyse der Gemengtheile auszuführen, ohne dazu die neueren Trennungsmethoden anzuwenden. Letztere können aber auch ohne chemische Untersuchung zur approximativen Scheidung der gesteinbildenden Mineralien führen, namentlich bei nicht dichten Gesteinen, dabei sind allerdings Vorsichtsmassregeln nothwendig, um Verluste des Gesteinspulvers zu vermeiden, in manchen Fällen lässt sich durch die drei weiter zu besprechenden Trennungsmethoden wenigstens ein annäherndes Resultat in Bezug auf die quantitative Zusammensetzung erreichen, namentlich aber wenn Bauschanalysen und Partialanalysen eine Controle und Ergänzung gestatten. Meiner Ansicht nach dürfte, wenn es gelungen sein wird, eine genauere Kenntniss der quantitativen mineralogischen Zusammensetzung der Gesteine zu erwerben, manche, heute in der Classification und Nomenclatur vorhandene Lücke gefüllt werden, jedenfalls wird es ein grosser Fortschritt sein, wenn man neben der qualitativen Zusammensetzung auch die quantitative zur Scheidung der Typen benützt. Dadurch wird allerdings eine scheinbare Complication entstehen, die aber in jedem Fortschritt der Wissenschaft begründet ist,

jedenfalls wird man zur Classification erst dann eine bessere Basis haben, wenn die genaue Zusammensetzung eruirt ist; so z. B. werden manche Mineralien, wenn sie auch einen wesentlichen integrirenden Gemengtheil bilden, als accessorische Mineralien ganz vernachlässigt, z. B. Haüyn; für Olivin hat dasselbe lange Zeit gegolten, während man ihn jetzt vielfach als sehr wichtigen und bei der Classification massgebenden Gemengtheil betrachtet. Wenn man dagegen so weit gekommen sein wird, die Zusammensetzung durch Formeln auszudrücken, indem man die Verhältnisse der vertretenen Mineralien angibt, so wird das Gestein seiner innerlichen Natur nach vollkommen bekannt sein; wenn ich weiss, dass ein Gestein aus 4 Plagioklas, 4 Augit nnd 2 Magnetit besteht, so brauche ich nicht weiter über seinen Namen zu streiten, ob Diabas, oder Diorit, oder Syenit und wenn ich dazu noch das Alter, ob alt- oder neuvulcanisch und die Structur hinzufüge, wobei mir, nebenbei gesagt, die makroskopische Structur fast wichtiger als die sogenannte mikroskopische Textur erscheint, so ist das Gestein genügend charakterisirt. Ich muss daher die Einführung von Gesteinsformeln, welche die mineralogische Zusammensetzung ausdrücken, befürworten, obgleich ich mir bewusst bin, dass erst bei weiterem Fortschreiten der Untersuchungsmethoden dieselben allgemein anwendbar sind. Um jedoch nicht gar zu vage Vorschläge zu geben, habe ich bei solchen Gesteinen, wo die Zusammensetzung eruirbar war, solche Formeln versucht, und dabei in analoger Weise, wie bei der Darstellung der Zusammensetzung isomorpher Mischungen, die Anfangsbuchstaben der Mineralien gebraucht: $Or_9$ $N_8$ $Ag_2$ $Mg_1$ bedeutet ein Gestein das auf 9 Orthoklas, 8 Nephelin, 2 Augit und 1 Gewichtstheil Magnetit enthält, man könnte auch in percentualen Mengen die Zusammensetzungen ausdrücken, aber es ist dies meiner Ansicht nach weniger übersichtlich. Selbstverständlich sind solche Formeln nicht überall anwendbar, da sie mir aber in vielfacher Beziehung sehr zweckmässig erschienen, so möge die Unvollkommenheit dieses Versuches entschuldigt werden.

Es wäre übrigens meines Erachtens nicht unzweckmässig, auch dort, wo sich keine genauere Trennung der Gesteinsgemengtheile durchführen lässt, Formeln anzuwenden, und dabei die nicht bestimmbaren Exponenten, wie dies auch bei den chemischen

Formeln der Mineralien geschieht, durch *m* und *n* zu bezeichnen. Was die Symbole für die Mineralien anbelangt, so wähle ich dazu einfach die Anfangsbuchstaben, in dubiosen Fällen zwei Buchstaben.[1]) Solche Formeln sind übrigens weiter gar nichts als Abkürzungen, welche eine leichtere Uebersicht zulassen und die Beschreibung vereinfachen können, was, wenn man die Zusammensetzung in Worten gibt, nicht der Fall ist.

Dreierlei Methoden, deren Princip wir dem genialen Fouqué verdanken, können zur Isolirung der Gemengtheile angewendet werden. Die erste Trennung nach dem specifischen Gewichte in dichten Lösungen ist von Thoulet und Goldschmidt studirt und zu einer, in vielen Fällen exacten und brauchbaren Trennungsmethode geworden, welche bei mineralogischen Untersuchungen unentbehrlich ist; später hat D. Klein durch borowolframsaures Cadmium, einer specifisch noch schwereren Lösung als Quecksilberjodid, die Trennungsmethode verbessert. Indessen muss bemerkt werden, dass nach meinen Erfahrungen die Goldschmidt'sche Lösung meistens genügt, und namentlich bei petrographischen Untersuchungen nur selten eine dichtere nothwendig ist, da das Klein'sche Borowolframiat nur die leichtere Trennung vom Magnetit erlaubt, welche aber auch auf andere Art möglich ist, daher man sich diese kostspielige Lösung meistens ersparen kann. Bemerkt sei noch, dass ich immer lange schmale Bechergläser zur ersten Trennung, dann den Thoulet'schen Apparat anwendete. Die zweite Methode der Trennung der eisenfreien von den eisenführenden Mineralien vermittelst des Elektro-Magneten ist zwar weniger genau wie die eben genannte, aber gerade in dem Falle, wo jene unsicher wird, anwendbar, und kann daher sehr nützlich sein. Ueber die Einwirkung des Elektro-Magneten auf die Mineralien von verschiedenem Eisengehalt habe ich vor Kurzem berichtet und darin auch die Art und Weise der Trennung auseinander gesetzt.[2]) Hier noch einige Bemerkungen. Die Hauptbedingung bleibt, die richtige Korngrösse zu verwenden, zu grobes Korn gibt nicht homogenes Material, zu feines gibt Anlass zu Fehlern, ich verwende solches von circa 0·15 Millimeter Durchmesser, variirt man die Kraft des

---

[1]) Vergl. Koch, Zeitschr. d. d. geolog. Gesellsch. 18, 335.

[2]) Sitzungsber. der k. Akademie, 1882.

Electromagneten sowie auch die Entfernungen des Pulvers zu den Polen, so kann man zu günstigen Resultaten gelangen. Ich habe die Erfahrung gemacht, dass es übrigens weder bei dieser, noch bei der erstgenannten Methode nothwendig ist, grosse Quantitäten des Materials zu verwenden. Fouqué brauchte bis zu zwei Kilo Gestein. In sehr vielen Fällen genügen meiner Erfahrung nach 20—30 Gramm, nur muss man die Operationen öfters wiederholen und darauf achten, dass keine Verluste entstehen. Zur vollständigen Trennung behufs Schätzung der quantitativen Zusammensetzung ist es rathsam, nicht mehr als 30 Gramm zu verwenden; zur completen Isolirung behufs Analyse genügten mir gewöhnlich 300 Gramm.

Die dritte Methode: Anwendung von Fluss-Säure in verschiedenen Concentrationsgraden, scheint mir noch sehr der Ausbildung bedürftig; meine Versuche ergaben, dass sie gegenüber den beiden übrigen weit unzuverlässiger ist, da es schwer ist, die Temperatur, die stets gleiche Korngrösse, dieselbe Verdünnung einzuhalten, als dies nothwendig ist; kleine Abweichungen hierin können leicht Anlass zu Fehlern geben, so dass man diese Methode nur dann anwenden kann, wenn es sich um Analyse des löslichen Theiles handelt, z. B. um Leucit, Nephelin zu erhalten; zu einer vollständigen Trennung oder um die unlöslichen Mineralien Orthoklas, Augit, Biotit von Plagioklas zu reinigen, muss man ungemein vorsichtig sein, da sehr leicht bei zu langer Behandlung oder Anwendung von zu concentrirter Säure etwas von diesen gelöst werden kann, oder aber im entgegengesetzten Falle auch die letztgenannten Mineralien theilweise unzersetzt bleiben, und man alsdann ein Gemenge von Mineralien analysirt. Ich habe auch Versuche mit Salzsäure in verschiedenen Concentrationsgraden gemacht, welche jedoch im Allgemeinen nicht günstig ausfielen, so dass ich zur Trennung der Mineralien diese Methode nicht empfehlen kann. So z. B. wird Augitpulver, längere Zeit mit conc. Salzsäure behandelt, nicht ganz unzersetzt bleiben. Nur zur Trennung des Nephelin oder Hauyn vom Orthoklas und Augit kann man mit Erfolg Salzsäure anwenden, da ersterer sehr leicht löslich ist. Was nun das auf die eben gesagte Art isolirte Material anbelangt, so wurde es, wenn immer möglich, zur quantitativen Analyse angewandt, da diese allein sicheren Aufschluss

über die Mineralien geben kann, und da auch so die überaus verschiedene Zusammensetzung der gesteinsbildenden Mineralien zu constatiren ist, wo jedoch diese unmöglich war, wurde specifische Gewichtsbestimmung, eine qualitative Analyse oder die Bořicky'sche Methode, letztere aber aus den früher angegebenen Gründen nur in den seltensten Fällen, endlich wurden auch häufig Schmelzversuche ausgeführt.

Unter den hier zu betrachtenden Eruptivgesteinen haben wir zwei dem Alter nach vollkommen zu trennende Gruppen zu unterscheiden: ältere und jüngere Gesteine. Obgleich das Alter der ersteren nicht genau bestimmbar ist, so muss doch hervorgehoben werden, dass ihre unverkennbare Verbindung mit krystallinischen Schiefern und älteren Kalksteinen, ihnen wohl eher ein palozoisches Alter als ein mesozoisches zuweist, da sie älter sind als die mesozoischen Kalksteine von Mayo. In der allem Anscheine nach sehr ausgedehnten Schieferformation, deren Spuren von Mayo bis S. Vincent gefunden werden, waren diese alten Eruptivgesteine stockförmig oder gangförmig vertheilt, ohne wie es scheint ein zusammenhängendes Massiv zu bilden. Dem mineralogischen Zusammenhange nach zerfallen die hier zu schildernden Gesteine in folgende Gruppen: [1])

Aeltere Eruptivgesteine: Foyait, Syenit, Diorit, Diabas.

Jüngere Eruptivgesteine: Leucitit, Phonolith, Tephrit, Basanit, Plagioklas-Basalt, Nephelinit, Nephelinbasalt, Limburgit, Pyroxenit.

## Die älteren Eruptivgesteine.

1. Foyait.[2]) Hier ist vor allen der typische Foyait zu nennen, welcher in südwestlicher Richtung vom Hafen von S. V. ungefähr $^{1}/_{3}$ Meile davon entfernt auftritt. Es ist ein grobkörniges Gestein, welches einen kleinen, wenige Meter hohen, volkommen

---

[1]) Der Raumersparniss wegen wurden folgende Abkürzungen angewendet: S. V. = S. Vincent, S. Th. = Insel S. Thiago, S. A. = Insel S. Antao, Q. L. = Quecksilber Jodidlösung, E. M. = Elektromagnet, A. Sch. = Auslöschungsschiefe.

[2]) Vergl. Rosenbusch, Mikrosk. Physiogr., II.; Stelzner, N. J., 1881.

isolirten Hügel bildet, das syenitische Gestein wird von schmalen Gängen von Basalt durchbrochen. Als Gemengtheile gewahrt man mit freiem Auge Orthoklaskrystalle, Augit und Nephelin; mit der Loupe sieht man in kleinen Hohlräumen Analcimwürfelchen. U. d. M. erkennt man etwas trübe Orthoklas- und Plagioklasdurchschnitte, letztere mit Zwillingsstreifung; der Nephelin erscheint häufig in Krystallen, die wasserhell sind, und in Durchschnitten, deren Begrenzung durch den Orthoklas bedingt wird, und ist hin und wieder umgewandelt. Der Augit kommt nur in Leisten und Fetzen, nicht in regelmässigen Krystalldurchschnitten vor, welche schwach pleochroitisch sind und dunkelgraue Farbe zeigen. Neben ihm treten allerdings mehr sporadisch einige pleochroitische, an der Spaltbarkeit kenntliche, braune Hornblendedurchschnitte auf. Der Pyroxen schmilzt sehr leicht in der Rothgluthhitze zu einem dunkelgrünen magnetischen Glase. Magnetit ist selten zu beobachten. Titanit fehlt in meinen Schliffen.

Ich habe dieses Gestein vermittelst des Elektromagneten und durch Anwendung von Salzsäure in seine Gemengtheile zerlegt. Die Analcimkryställchen, welche ohnedies selten sind, wurden makroskopisch ausgeklaubt. 6·4 Gramm Foyait wurden durch den E. M. in zwei Theile zerlegt, wovon der eine Augit, Magnetit, Hornblende, der andere die eisenfreien Bestandtheile enthält. Der Magnetit wird aus dem feinen Pulver durch eine Magnetnadel entfernt. Feldspath wird durch etwas verdünnte Salzsäure beim Erwärmen vom Nephelin getrennt. Auf diese Weise erhält man (mit Vernachlässigung des zwei Perc. betragenden Verlustes):

| | | | |
|---|---|---|---|
| Magnetit . . . . . . . . . | 0 gr. 15 | oder | 2·0 Perc. |
| Augit und Hornblende . . . | 1 gr. 18 | „ | 19·5 „ |
| Feldspath . . . . . . . . | 2 gr. 25 | „ | 35·0 „ |
| Nephelin (mit etwas Analcim) . . | 2 gr. 6 | „ | 41·5 „ |

Orthoklas und Augit wurden ohne Schwierigkeit unter Anwendung von circa 90 Gramm grobem Gesteinpulver ausgeklaubt und der Analyse unterworfen; es wurde mit der Lupe und dem Mikroskope die Hornblende möglichst vom Augit getrennt. Die Gesteins- und Feldspath-Analyse hat Herr F. Kertscher ausgeführt:

| | Feldspath | Augit | Bausch-Analyse |
|---|---|---|---|
| $Si\,O_2$ | 67·82 | 41·08 | 55.76 |
| $Al_2\,O_3$ | 16·99 | 9·11 | 21·61 |
| $Fe_2\,O_3$ | 1·03 | 17·18 | 1·65 |
| $Fe\,O$ | — | 15·99 | 4·09 |
| $Mn_2\,O_3$ | — | spur | spur |
| $Ca\,O$ | 0·19 | 6·09 | 2·26 |
| $Mg\,O$ | — | 2·29 | 0·74 |
| $K_2\,O$ | 7·89 | — | 5·34 |
| $Na_2\,O$ | 4·11 | 8.70 | 6·94 |
| $H_2\,O$ | 1·75 | — | 3·49 |
| | 99·78 | 100·44 | 101·88 |

Das Gesteinspulver wurde auch auf Chlor- und Schwefelsäure geprüft, dabei aber ein negatives Resultat erhalten.

Eine genaue Berechnung der quantitativen Mineral-Zusammensetzung ist wegen des Analcimes, und überhaupt wegen der Zersetzung nicht möglich, da jedoch die mechanische Trennung hier wirklich sehr leicht durchführbar ist, so sind obige Verhältnisse wohl richtig.

Die Gesteinsformel wäre demnach: $F_2$ $N_2$ $Ag_1$.

In dem grobkörnigen Foyait finden sich kleine 0·20 M. breite Gänge eines sehr feinkörnigen Gesteins, welches bei mikroskopischer Betrachtung sich ebenfalls als Foyait erweist; das Gestein hat viel Aehnlichkeit mit dem grobkörnigen Foyait, doch ist es viel reicher an Pyroxen und Hornblende; Plagioklas ist neben Orthoklas bei dem etwas frischeren Gesteine gut zu erkennen.

Ein eigenthümliches Gestein kommt im Charcothale (S. Th.) vor, es zeigt eine dunkelbraune dichte Grundmasse mit einzelnen Hornblende- und Augit-Nadeln. U. d. M. erscheint das Gestein kleinkörnig und hat etwas Aehnlichkeit mit den Foyaiten, obgleich die Makrostructur davon so völlig verschieden ist, und an ein jüngeres vulcanisches Gestein erinnert. Man sieht sehr viel braune Hornblenddurchschnitte mit Magnetiteinschlüssen, dann viele lichte Augitkryställchen, Orthoklas in Karlsbader Zwillingen recht häufig. Der Nephelin kommt im Ganzen selten vor und zeigt sich in unregelmässig begrenzten Individuen, seine Gegenwart ist mikrochemisch bestätigt, er ist schon etwas trübe und zersetzt.

Magnetit ist wenig vorhanden, Apatit wäre ebenfalls zu nennen. Plagioklas ist in den Schliffen nur ausnahmsweise sichtbar. Das Gestein enthält Einschlüsse eines körnigen, hornblende- und augitreichen Gesteines, welche sich aber bei näherer Betrachtung als körnige Ausscheidungen in der dichten Gesteinsmasse entpuppen, und mineralogisch genau so zusammengesetzt sind. Trotz seiner Aehnlichkeit mit jungvulcanischen Gesteinen habe ich dieses Vorkommen, welches übrigens auch mit der älteren Sedimentformation zusammenhängt, hierhergestellt.

Am Monte Forte, M. sammelte ich ein Gestein, welches inmitten des Phonolithes geringe Verbreitung hat und offenbar der älteren Formation, wie sie bei Figuera secca vorkommt, angehört, von welcher es aber räumlich durch Phonolith geschieden ist. Es ist ein dunkler sehr kleinkörniger Nephelinsyenit, welcher porphyrartig eingesprengte Augite enthält. Schon äusserlich von den eben beschriebenen Foyaiten verschieden, zeigt er diese Verschiedenheit noch mehr in Schliffen. Das Gestein ist ungemein augitreich, wobei sich der pyroxenische Bestandtheil in grossen nelkenbraunen, an dünneren Stellen rosa erscheinenden Krystalldurchschnitten oder auch Krystalloiden zeigt. Die A. Sch. ist circa 36°; Zwillinge sind sehr häufig. Die Krystalle sind meist gruppenförmig angehäuft, wobei eine radiale rosettenförmige Anordnung nicht selten ist, wenn die Länge der Individuen gegenüber ihrer Breite eine geringe ist, so bietet das ganze einen Anblick wie ein vielzackiger Stern. Die Augite sind an Einschlüssen sehr arm. Neben dem Augit tritt lichtgelber Biotit in Lamellen oder Fetzen häufig auf, auch Hornblende, an der Spaltbarkeit leicht kenntlich, findet sich, desgleichen einzelne Magnetitdurchschnitte. Von anderen gut auskrystallisirten Gemengtheilen ist noch der in langen Leisten, einfachen Individuen und Karlsbader Zwillingen, vorkommende Orthoklas und einige, an der Zwillingsstreifung erkennbare Plagioklase. Zwischen diesen grösseren Mineralien findet sich in reichlicher Menge eine etwas zersetzte trübe Grundmasse, die aus Orthoklas und nicht in deutlichen Krystallen vorkommendem Nephelin besteht, dessen Gegenwart aber chemisch nachweisbar ist. Einer mit dem Elektro-Magneten vorgenommenen Bestimmung nach beträgt der Gehalt an Magnetit, Biotit, Augit, Hornblende circa 35 Perc. der Gesammtmasse.

S y e n i t. — Ein zweites Gestein von dem oben genannten Fundorte kann als Augit-Syenit oder Augit-Diorit bezeichnet werden. Es enthält viel Augit in sehr dicken Säulen oder auch in dicken Tafeln, welcher in Schliffen sich in röthlichen grossen Durchschnitten repräsentirt; von diesen sind die meisten Zwillinge und nicht wenige darunter polysynthetische Zwillinge aus 4—5 Lamellen bestehend. Orthoklas und Plagioklas kommen beide vor. Neben dem Augit kommt auch braunrothe Hornblende und gelber Glimmer vor. Der Unterschied beider besteht in dem Fehlen des Nephelins in letzterem, wofür Plagioklas reichlich auftritt.

D i a b a s. — Als Typus mögen einige Gesteinsstücke gelten, welche sich nicht weit vom Hafen von S. Vincent finden, und aus jenem grösseren stockförmigen Massiv älterer Eruptivgesteine stammen, das schon früher erwähnt wurde. Aeusserlich präsentiren sie sich als dunkle mehr oder weniger grosskörnige Gesteine mit sehr viel Augit. Letzterer tritt in den Schliffen noch mehr hervor, es sind auch hier nelkenbraune oder rosafarbene Durchschnitte von beträchtlicher Grösse, welche meistens keine Krystallform, sondern mehr rundliche Begrenzung zeigen. Sie enthalten Einschlüsse von Magnetit und auch Apatit. Zwillinge sind sehr häufig, namentlich auch polysynthetische. Der Augit ist in Weissgluth schmelzbar. Die Plagioklase aus vielen Lamellen bestehend, sind deutlich auskrystallisirt und zeigen rectangulare oder länglich hexagonale Durchschnitte, der Winkel der Auslöschungsrichtung mit der Kante *P*/*M* schwankt zwischen 0 und 37°, demnach wäre hier Anorthit vorhanden, wahrscheinlicher ist es jedoch, dass verschiedene Plagioklase vorkommen, denn die Analyse des mit der Goldschmidt'schen Lösung und dem Elektro-Magneten vollständig rein erhaltenen Feldspathes ergibt ein Gemenge, welches der Labradorreihe entspricht, hat also die Messung jenes Winkels überhaupt einen Werth, so wären demnach mehrere Plagioklase, nämlich kieselsäurereichere als der Andesin neben den Anorthiten vorhanden; freilich bleibt es noch unsicher, ob man auf jene Winkelwerthe so grosses Gewicht legen kann, wenn man es mit grösseren Durchschnitten, deren Orientirung nicht genau bekannt, zu thun hat, namentlich wo, wie hier, keine Mikrolithe sondern breite Durchschnitte vorliegen. Doch sei bemerkt, dass die specifischen Gewichte der einzelnen Körnchen nicht ganz übereinstim-

men. An Einschlüssen ist der Feldspath arm, einige kleine Glimmerblättchen und Magnetit, welch' letzterer im Gestein nicht selten ist, sind zu erwähnen. Als Vertreter des Augites findet sich lichtbraune Hornblende, sowie häufig brauner Glimmer. Selten ist Apatit Einige Olivinkörner fallen durch ihre Frischheit auf, wie denn das ganze Gestein weit weniger zersetzt ist als die Foyaite. Die Gegenwart des Orthoklases ist mit Sicherheit nachzuweisen. Die Analyse des Gesteines sowie seines Feldspathes vervollständigen die Kenntniss desselben; bemerkt sei noch, dass verschiedene Feldspathkörner auf ihre Löslichkeit in Salzsäure geprüft wurden, und alle sich ziemlich gleichmässig als leicht lösliche erwiesen, mit Ausnahme einer kleinen Menge, welche wohl Orthoklas gewesen sein dürfte. Wenn demnach eine Verschiedenheit derselben existirt, so kann sie wohl nur innerhalb der Grenzen Andesin — Anorthit sich bewegen, damit stimmt auch das specifische Gewicht, das sich um 2·7 herum bewegt, überein. Die Analyse des Gesteines von F. Kertscher ausgeführt ergibt einen ganz ungewöhnlichen Kaligehalt. Die Resultate sind:

| | Bausch-Analyse | Plagioklas |
|---|---|---|
| $Si\,O_2$ | 39·64 | 50·41 |
| $Al_2\,O_3$ | 16·98 | 29·00 |
| $Fe_2\,O_3$ | 6·61 | — |
| $Fe\,O$ | 9·31 | — |
| $Ca\,O$ | 10·58 | 13·41 |
| $Mg\,O$ | 6·65 | — |
| $K_2\,O$ | 3·09 | 6·57 = aus d. Differenz. |
| $Na_2\,O$ | 5·95 | |
| $H_2\,O$ | 1·32 | 0·61 |
| | 100·13 | 100·00 |

Aus der mechanischen Isolirung der Gemengtheile lässt sich der Schluss ziehen, dass in dem Gesteine circa 55—60 Percent Feldspath vorhanden sind, was auch mit den analytischen Resultaten übereinstimmt, daraus geht aber auch hervor, dass der Augit alkalihaltig sein muss.

Viel Aehnlichkeit mit dem oben beschriebenen Gestein hat ein ebenfalls olivinführender Diabas aus einer alten Scholle bei Praya, und ein Gestein von Figuera secca auf Mayo, aus viel Augit, Biotit, Plagioklas und Magnetit in körnigem Gefüge be-

stehend. — Von letzterem Fundorte stammt ein Gestein, welches deshalb von Interesse ist, weil es fast gänzlich aus Pyroxen und Biotit besteht. Letzterer zeigt hier gelbliche und blassrothe Farbentöne und findet sich in Krystalloiden von deutlicher Spaltbarkeit, er enthält nur wenig Magnetiteinschlüsse. Neben diesem vorherrschenden Gemengtheile kommt in fetzenartigen Partien und Leisten brauner Biotit vor, welcher stark pleochroitisch ist und durch Apatit und Magnetit verunreinigt ist. Der nur in wenigen Körnern vorkommende Plagioklas ist stark zersetzt, und ist im Allgemeinen sehr selten. Nebstbei tritt Magnetit auf. Das Gestein erinnert also, abgesehen von seinem kleinen Feldspathgehalte, an die später zu besprechenden neo-vulcanischen aus Pyroxen und Glas-Basis bestehenden Gesteine.

Diorit. — Ein zweites Gestein aus derselben Hügelreihe im Innern von S. Vincent stammend, hat äusserlich vollkommenen Diorit-Habitus, es ist ein lichtes kleinkörniges Gestein aus Feldspath und Augitsäulen bestehend. In Schliffen erkennt man etwas Biotit, Magnetit, sehr selten Apatit und Titanit. Der Feldspath kommt in Krystallen vor, mit ausgezeichneter polysynthetischer Zwillingsbildung, deren A. Sch. (Zone $P, M$) 0—35° beträgt, demnach müsste hier Labrador vorliegen, aber die Schmelzversuche sowie approximative specifische Gewichtsbestimmung mit der Q. L. ergeben, dass die einzelnen Körner verschieden sind, und es dürfte sowohl Labrador als auch Andesin vielleicht noch etwas mehr saurer Plagioklas vorkommen. Der Augit hat meistens keine regelmässige Begrenzung, sondern kommt in langen Leisten oder in Körnern vor. Er ist pleochroitisch, nelkenbraun, rosa, lichtgrün sind die den Elasticitätsaxen entsprechenden Nuancen. Von Einschlüssen ist etwas Magnetit und Apatit zu erwähnen. Der Augit schmilzt in lichter Rothgluth an den Kanten, bei beginnender Weissgluth vollkommen zu einem magnetischen dunklen Glase. Es liegt hier, wie auch die Analyse bestätigt, ein dem Akmit ähnlicher Augit vor. Der Biotit zeigt sich in sehr schmalen langen, durch Apatit, Magnetit, Feldspath verunreinigten Leisten.

Vermittelst eines kräftigen E. M. wurden Magnetit, Biotit, Augit vollkommen bei zweimaliger Wiederholung von Plagioklas, bei dem indessen etwas Biotit zurückgeblieben war, getrennt.

Aus dem ersten Theile wurde der Magnetit mit der Magnetnadel extrahirt, Biotit wurde von Augit dadurch getrennt, dass das Gemenge auf einer Glasplatte in einer Entfernung von 2 Mill. von den Polen des Elektro-Magneten nur den Augit verliert, während der Biotit zurückbleibt. Durch Wiederholung der Operationen und weitere Behandlung mit der Q. L. gelang es fast vollständig, die Mineralien zu trennen, nur ein kleiner Theil des Plagioklas, der schwerere, war mit etwas Biotit verunreinigt; da jedoch bei Anwendung von 12·7 gr. dieser Theil nur 0·35 beträgt, so ist eine Berechnung zulässig. In obiger Menge erhielt ich Verlust 0·45, Magnetit 1·80, Biotit 0·75, Augit 1·6, Plagioklas 7·8, Gemenge von Plagioklas mit etwas Biotit 0·35; in Percenten ausgedrückt 66—68 Perc. Feldspath, 11—13 Perc. Augit, 7—8 Perc. Biotit, 15 Perc. Magnetit, was sich durch die Formel $Pl_{18}\, Py_3\, Bt_2\, M_4$ ausdrücken lässt.

Die von mir ausgeführten Analysen ergaben:

| | Plagioklas | Augit | Gestein |
|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 56·36 | 47·99 | 49·66 |
| $Al_2O_3$ | 27·01 | 13·30 | 21·19 |
| $Fe_2O_3$ | 0·17 | 11·32 | 4·91 |
| $FeO$ | — | 10·39 | 5·37 |
| $CaO$ | 8·57 | 5·14 | 6·78 |
| $MgO$ | spur | 6·16 | 2.59 |
| $K_2O$ | 0·67 | — | 0·81 |
| $Na_2O$ | 8·11 | 6·60 | 7·02 |
| Glühverlust | — | — | 1·32 |
| | 100·89 | 100·90 | 99·65 |

Im Gestein finden sich ferner Spuren von Phosphorsäure, Titansäure. Man kann aus diesen Analysen ersehen, dass die obige quantitative Gesteinszusammensetzung die richtige ist. Berechnet man die Gehalte an $SiO_2$, $Al_2O_3$, $CaO$, $Na_2O$ aus den Gemengtheilen (auch der Biotit dürfte seiner Zusammensetzung nach hierin sich sehr dem Augit nähern), so erhält man ungefähr die für die Bauschanalyse verlangten Mengen; eine genaue Controle ist allerdings wegen des Biotit nicht möglich.

An den letzten aus älterem Gesteine bestehenden Hügeln, welche man auf S. V. gegen Süden in's Innere verfolgt, treten dioritische Gesteine auf, welche grosse Einsprenglinge von Horn-

blende, Augit und Biotit zeigen, sonst aber dem eben beschriebenen ganz ähnlich sind. Die Hornblende zeigt durchwegs rothbraune Färbung und ist sehr schwer schmelzbar, daher wahrscheinlich keine Natron-Hornblende und enthält sehr viel Einschlüsse von Magnetit, Apatit, während der Augit weit reiner ist. Ein zweites, in unmittelbarem Zusammenhange mit jenen auftretendes Gestein, ist ein Gemenge von sehr vorwiegendem Plagioklas und Orthoklas mit wenig röthlichem Augit und etwas Biotit. Es wird von Nephelinit durchbrochen, zeigt aber am Contact keine Veränderung.

## Jüngere Eruptivgesteine.

Leucitit. — Leucitgesteine sind auf den capverd'schen Inseln selten, das einzige mir bekannte stammt vom Topo da Coroa und dem benachbarten Krater des Siderao. Es lassen sich zwei makroskopisch verschiedene Gesteine unterscheiden, welche ihrer mineralogischen Zusammensetzung nach ident sind. Das eine, lichtgraue Gestein bildet den Kraterwall des Siderao und erinnert an einen rauhporösen Trachyt, es ist blasig, locker, porös und zeigt zahlreiche Hohlräume. Das zweite Gestein, welches sich zwar auch am Siderao als Lavastrom, häufiger aber unter den Strömen des äusseren Topo-Kraters findet, ist vollkommen dicht, bläulichschwarz, sehr fest; beide enthalten sehr vereinzelte grössere Augitkrystalle und zahlreiche bis 5 Mill. lange, blaue Haüyn-Krystalle (Rhombendodecaëder und Octaëder) oder auch Körner. Der Haüynreichthum dieses Gesteines, obgleich nicht ganz constant (die grauen enthalten oft über 33 Percent, während die schwarzen etwas ärmer sind) ist charakteristisch, und übersteigt oft den des bekannten Gesteines von Melfi. Der Haüyn, nach der unten angegebenen Analyse ein Nosean oder Natron-Haüyn, wie er kaum reiner gedacht werden kann, kommt sowohl makroskopisch als auch in der Gesteinsgrundmasse vor, und zeigt tiefblaue Farbe. Die Krystalle haben verschiedene Dimensionen bis zu mikroskopischen. In Schliffen zeigt der Haüyn meist hexagonalen oder quadratischen Umriss, selten rundliche Begrenzung, oft ist er fast ideal rein, einzelne enthalten Mikrolithe, Glas- und Flüssigkeitseinschlüsse. Die kleineren Krystalle zeigen niemals die bekannten Strichsysteme, ebensowenig wie den schwarzen

Rand, dieser fehlt auch bei den grösseren, welche nur am Rande intensiver gefärbt sind. Hin und wieder erscheint ein dunkler Kern, am Rande sieht man oft zwei zu einander senkrecht stehende Strichsysteme, bei hexagonalen Durchschnitten auch drei, welche sich unter 60° kreuzen. Bei quadratischen stehen die Striche unter einem Winkel von 45°. Der Augit kommt in grasgrünen bis gelbgrünen Krystalldurchschnitten vor, welche ziemlich gross sind, doch finden sich auch Mikrolithe dieses Minerales, welches sich übrigens niemals in Körnern findet und das durch seine Reinheit bemerkenswerth wird. Die Durchschnitte zeigen keinen oder nur geringen Pleochroismus, oft deutliche Spaltbarkeit, Magnetitrand wurde nirgends beobachtet.

Unter den Durchschnitten sind die meisten Zwillinge, viele auch polysynthetische Zwillinge, aus 3—4 Lamellen bestehend. Zu den gewöhnlichen Flächen $\infty P \,.\, \infty \bar{P}\infty \,.\, \infty P\infty \,.\, \bar{P}\infty$ tritt auch noch $0P$. In fast allen Krystallen ist das Klinopinakoid gegenüber dem Orthopinakoid bedeutend vorherrschend. Die Schmelzbarkeit dieser mikroskopischen Augite ist höher als die des Akmits, weit geringer als die des Diopsids, er schmilzt bei beginnender Weissgluth zu nichtmagnetischem Glas. Was die optischen Verhältnisse anbelangt, so sind sie die des gewöhnlichen Augites, die A. Sch. schwankt zwischen 0—35°. Ausser diesen mikroskopischen Augiten finden sich noch sehr sporadisch, vereinzelte grössere, lange Augite von derselben Krystallform, deren Länge zwischen 5—12 Mill. schwankt. Der Schmelzbarkeit nach ist dieser Augit mit dem oben genannten ident; eine optische Untersuchung konnte nicht vorgenommen werden. Sehr selten sind grössere Einschlüsse, welche aus einem Aggregat von kleinem Biotit und Hornblendekryställchen bestehen.

Der Hauptgemengtheil des Gesteines ist Leucit, der nur mikroskopisch, aber in deutlichen Krystallen sichtbar ist, daher auch an der Leucitnatur der betreffenden octogonalen Durchschnitte kein Zweifel erlaubt ist, welcher ohnehin durch die Ergebnisse der chemischen Untersuchung behoben würde, obschon an den Durchschnitten durchgehends das Fehlen der Zwillingsstreifung constatirt wurde; davon machen nur einzelne der grösseren, ½ bis 1 Millim. Durchmesser aufweisenden Durchschnitte eine Ausnahme. Trotzdem erweisen sich jene nicht ganz isotrop, indem zwischen

gekreuzten Nicols beim Drehen des Präparates nicht an allen Stellen vollkommene Dunkelheit beobachtet wird. Die Leucite zeigen kranzförmig angeordnete Einschlüsse, welche zumeist Augitmikrolithe sind, auch Opacit ist darin bemerkbar. Ausserdem kommt zwischen den einzelnen auskrystallisirten Mineralien auch in geringer Menge wasserhelle, lichtgelbe Glasbasis vor, die nach den Resultaten der Analyse die Elemente des Nephelins und des Leucites, ferner auch eines kieselsäurereichen Minerals vermuthen lässt, doch ist die Berechnung unsicher, weil als accessorischer Gemengtheil hie und da auch der Plagioklas in sehr kleinen Leisten auftritt, welche aus 2—3 Lamellen bestehen. Die Menge dieses Plagioklases ist indess eine geringe und an manchen Stellen ist gar kein Feldspath zu sehen, man kann daher denselben nicht als constituirenden Gemengtheil ansehen. Als accessorischer Gemengtheil ist auch der Titanit in den bekannten spiessigen Durchschnitten, sowie Apatit zu verzeichnen; ob auch etwas Nephelin vorkommt, konnte mit absoluter Sicherheit nicht entschieden werden, doch sind Krystalloide desselben in einigen Schliffen sehr wahrscheinlich. Magnetit findet sich in nicht häufigen quadratischen Durchschnitten. Das Gestein wurde vermittelst des E. M. und der Q. L. in seine Gemengtheile zerlegt. Zuerst wurde der Magnetit mit dem Magnetstabe entfernt, hierauf vermittelst des Elektro-Magneten unter Anwendung eines nicht allzu starken Stromes der Augit ausgezogen. Der Rest: Leucit, Haüyn und etwas Augit wird mit der Lösung behandelt und der Augit ziemlich rein erhalten, während die erstgenannten Mineralien nicht weiter getrennt werden können, doch lässt sich der Haüyngehalt aus der Analyse berechnen. Bei einem zweiten Versuche wurde in der Weise vorgegangen, dass zuerst durch die Goldschmidt'sche Lösung Augit, Magnetit von Leucit, Haüyn geschieden und dann mit dem Magnete der Magnetit ausgezogen wurde, während andererseits der Augit, welcher etwas von den übrigen Mineralien enthält, mit dem Elektro-Magneten gereinigt wurde, und ebenso das Gemenge von Leucit und Haüyn von den kleinen Mengen von Augit auf dieselbe Art befreit wurde. Zur Analyse des Haüyn's wurden indessen fast nur die ausgeklaubten makroskopischen Krystalle, welche vermittelst der Lösung von der anhaftenden Gesteinmasse befreit worden waren, an-

gewandt. Bei der Zerlegung des Gesteins ergeben sich in 28·5 gr.: 0·62 gr. Magnetit, 2·3 Augit und 24·8 Haüyn, Leucit und Basis und 0·86 Verlust. Die Menge des Haüyn's beträgt in der angewandten Probe fast 30 Perc., demnach besteht das Gestein aus 2½ Perc. Magnetit, 9—11 Perc. Augit, 50—60 Perc. Leucit und Basis und 30 Perc. Haüyn. Die chemische Untersuchung ergab:

| | Bauschanalyse [1] | Grosser [1] Augitkrystall | Mikroskopischer Augit | Nosean |
|---|---|---|---|---|
| $SiO_2$ [2] | 48·46 | 38·22 | 41·76 | 35·99 |
| $Al_2O_3$ | 21·81 | 13·08 | 17·81 | 29·41 |
| $Fe_2O_3$ | 2·17 | 9·29 | 2·01 | 0·31 |
| $FeO$ | 3·75 | 9·14 | 7·47 | — |
| $CaO$ | 4·58 | 14·80 | 19·47 | 0·21 |
| $MgO$ | 0·68 | 11·73 | 8.01 | — |
| $K_2O$ | 5·86 | — | — | — |
| $Na_2O$ | 8·41 | 4·32 | 3·72 | 20·91 |
| $SO_3$ | 2·97 | — | — | 10·58 |
| $Cl$ | 0·13 | — | — | 0·57 |
| Glühverlust | 2·08 | — | — | 1·63 |
| | 100·90 | 100·58 | 100·25 | 99·61 |

Das analysirte Material stammt von den dunklen Varietäten. Die Analyse II wurde an Material ausgeführt, welches aus einem grösseren Krystalle ($\infty P\infty . \infty P . \infty P\infty$ ohne Endfläche) gewonnen worden war. Die beiden Augite sind demnach nicht vollkommen gleich. Aus dem hohen Kieselsäuregehalt der Bauschanalyse lässt sich schliessen, dass die Glasbasis einer mehr sauren Verbindung als es der Leucit ist, entspricht. Rechnet man die auf 29 Perc. Haüyn, sowie die auf 10 Perc. Augit und 2½ Perc. Magnetit entsprechenden Mengen, so bleiben für Leucit, Basis und accessorische Gemengtheile die unter I. angegebenen Mengen. Zieht man davon für den Leucit die auf 6 Perc. Kali und 1 Perc. Natron entfallende Menge Leucit ab, so erhält man die unter II. angegebenen Mengen, welche für Plagioklas, Titanit, Nephelin und Glasbasis übrig bleiben:

[1]) Ausgeführt von Herrn F. Kertscher.

[2]) Mit Spur von $TiO_2$.

| | I. | II. |
|---|---|---|
| $Si\,O_2$ | 33·5 | 12·5 |
| $Al_2\,O_3$ | 11·4 | 4·5 |
| $Na_2\,O$ | 2·4 | 1·4 |
| $Ca\,O$ | 2·3 | 2·3 |
| $K_2\,O$ | 5·9 | — |

Es geht daraus hervor, dass die Glasbasis eine mehr saure Zusammensetzung haben muss, als die ausgeschiedenen Mineralien, aber wegen der accessorischen Mineralien, und der übrigens unbekannten Zusammensetzung des Leucites ist diese Berechnung sehr unsicher und lässt keinen sicheren Schluss auf die Natur der Glasbasis zu; das Vorkommen der Elemente von Plagioklas und Nephelin in derselben, würde übrigens mit der Zusammensetzung in Einklang stehen. Es berechnet sich aus der Analyse und der mechanischen Behandlung folgende approximative Zusammensetzung: 30 Perc. Haüyn, 35—40 Perc. Leucit, 10 Perc. Augit, 2½ Perc. Magnetit, 12 Perc. Basis, 10 Perc. für die accessorischen Gemengtheile (Titanit, Plagioklas, Nephelin, Einschlüsse von Biotit, Augit) man kann demnach die Formel aufstellen:

$$L_7\ Ag_2\ Hy_6\ Gl_2.$$

Etwas abweichend ist eine Varietät, welche vom Topo da Coroa selbst stammt, und in einer dichten schwarzen Gesteinsmasse sehr wenig mikroskopische Haüyne zeigt. Die Gemengtheile sind dieselben wie in den eben beschriebenen Gesteinen, nur ist es weit augitreicher, während Haüyn und Leucit zurücktreten. Dafür tritt aber Nephelin in rechteckigen Durchschnitten, allerdings nur selten, auf und auch der Plagioklas ist häufiger als bei jenen Gesteinen, dagegen ist die Glasbasis nur in Spuren bemerkbar, und es scheint demnach dieses Gestein nur insoferne von dem vorigen abweichend, als die in der Basis des letzteren nach den Analysen-Resultaten wahrscheinlich vorhandenen, dem Nephelin und kieselsäurereichen Plagioklas entsprechenden, Verbindungen in dem zweiten Gesteine thatsächlich auskrystallisirt sind; es bildet dies daher ein Zwischenglied von Tephrit und Leucitit.

## Phonolithe.

Die ziemlich zahlreichen Phonolith-Vorkommnisse der Capverden lassen sich ihrer mineralogischen Zusammensetzung wie ihrer Structur nach, in mehrere Gruppen eintheilen:

1. Augit-Phonolithe: *a)* Orthoklasreichere; *b)* Nephelinreichere mit wenig Orthoklas.
2. Hornblende-Phonolithe.

Die Orthoklasreicheren und die Nephelinreicheren lassen sich in porphyrartige und in dichte Gesteine eintheilen. Die Hornblende-Phonolithe sind im Ganzen sehr selten.

Da die beiden Abtheilungen *a)* und *b)* in ihrer Structur und qualitativen Zusammensetzung sehr wenig von einander verschieden sind, so scheint es mir bei der Beschreibung besser, jene Typen auseinander zu halten, welche ganz verschiedenen Habitus zeigen, nämlich die dichten und die porphyrartigen Gesteine.

1. Augit-Phonolithe. — Porphyrartig, durch das Auftreten von grösseren Augit- oder Feldspathindividuen, erscheinen eine Reihe von Gesteinen, unter denen die einen orthoklasreich, die andern dagegen mehr nephelinreich sind. Zu den ersteren gehört ein Gestein von Rib. da Barca, S. Th., von lichter Farbe. U. d. M. erscheint eine aus Orthoklas, Plagioklas, Augit und Nephelin gebildete Grundmasse, in der das erstere Mineral vorherrscht. Beide Feldspathe kommen in kleinen Leisten vor, die wenig Einschlüsse zeigen. Der Orthoklas findet sich häufig in Karlsbader Zwillingen; durch seinen Plagioklasgehalt, der nicht unbedeutend ist, bildet dieses Gestein ein Uebergangsglied zu den Tephriten, an welche es sich auch durch den hohen Gehalt an Augit anreiht. Der Augit zeigt durchgehends weingelbe Farbe und hat nicht den Habitus der grünen Augite aus den übrigen Phonolithen, er enthält ziemlich viel Einschlüsse und zeigt Krystalldurchschnitte Nephelin ist im Ganzen sehr wenig vorhanden, Magnetit häufiger als sonst in Phonolithen. Nördlich der Rib. da Barca finden sich bleiche, zersetzte, sehr weiche zerfallende Gesteine, die aber in ihrer Zusammensetzung vollkommen mit jenen Gesteinen übereinstimmen. Aehnlich ist ein Gestein vom Monte Birianda, S. Th., doch tritt hier neben dem Augit auch Biotit und Hornblende hinzu in grossen Einsprenglingen, theils Krystallen, theils Bruchstücken. Endlich wäre noch hierher zu stellen ein Gestein, welches als Einschluss im Tuff am oberen Theile des Paulethales vorkommt, und in seinem Habitus an einen ungarischen Andesit erinnert; in einer grauen etwas porösen Grundmasse liegen viele kleine Augitnadeln und einige wenige Orthoklase, mikrosko-

pisch verhält sich das Gestein wie das von Rib. da Barca, doch tritt der Augit weit mehr zurück und ist hier ganz so ausgebildet wie die kleinen Augite des porphyrartigen Gesteines von Praya; indessen ist das Gestein weit weniger nephelinreich. Der Orthoklas kommt in kleinen Zwillingen und auch in einfachen Individuen vor, Plagioklas ist vorhanden, aber nicht häufig. Porphyrartig durch Auftreten von Orthoklas ist ein Gestein vom Amargoso (S. V.), welches in einer nephelinreichen Grundmasse viele grössere Feldspathleisten enthält. Der Augit kommt hier in grasgrünen Fetzen vor.

Unter den nephelinarmen porphyrartigen Gesteinen soll hier ein Phonolith von Praya näher beschrieben werden. Dieses Gestein, welches nördlich von der Stadt stromartig vorkömmt, zeigt in einer grauen felsitischen Grundmasse grosse Orthoklaskrystalle sowie Augitkrystalle, hie und da sieht man auch einige grosse Blättchen von Biotit, welcher jedoch nur sehr sporadisch vorkommt. Die grösseren Orthoklaskrystalle, bei denen die Basis und die Längsfläche vorherrschen, zeigen bei optischer Untersuchung auf der Basis eine Auslöschungsrichtung, die mit der Kante $P/M$ einen Winkel von fast $0^o$ bildet; es gehören demnach diese Krystalle dem monoklinen Feldspathe an; sie sind theils einfache theils verzwillingte Krystalle, und zwar letztere nach dem Karlsbader Gesetze, im Schliffe zeigen sie einzelne Einschlüsse von Augitmikrolithen.

Die grösseren Augite sind schalenförmig ausgebildet und weisen die gewöhnliche Krystallform auf, es sind einfache Individuen, die im Durchschnitte grasgrün gefärbt sind und schwachen Pleochroismus zeigen, und Zwillinge. Sie sind erst in der Weissgluth zu einem nicht magnetischen braunen Glase schmelzbar. Der Biotit ist äusserst selten und kommt in Aggregaten von dünnen Blättchen sporadisch als Einschluss vor. Was die Grundmasse anbelangt, so besteht sie vorwiegend aus sehr kleinen, etwas zersetzten Nephelinindividuen, die dicht gedrängt neben einander liegen, und bei mikroskopischer Betrachtung Einschlüsse von Augit und Magnetit zeigen. Der zweite Gemengtheil der Grundmasse, der Orthoklas ist weit seltener, und findet sich häufig in Karlsbader Zwillingen. Der Augit bildet wohl den seltensten Bestandtheil der Grundmasse, und nur der Magnetit, welcher in vereinzelten quadratischen

Durchschnitten in Schliffen sichtbar wird, ist noch weit weniger häufig. Während die grösseren porphyrartig eingesprengten Augite in deutlichen Krystallen erscheinen, finden sich die mikroskopischen Augite nur in kleinen fetzenartigen Partien, oder wenig regelmässig begrenzten Leisten, welche jedoch an der Abwesenheit des Pleochroismus, sowie namentlich an der Spaltbarkeit deutlich als Augite erkennbar sind, ausserdem sieht man auch in den Schliffen kleine Augitmikrolithe von blassgrüner Farbe. Die Augite sind fast frei von Einschlüssen. Als accessorische Mineralien erscheinen in einigen Schliffen spiessige Titanitdurchschnitte, dagegen fehlt Haüyn gänzlich. Es ist wahrscheinlich, dass in der Grundmasse zwischen dem Nephelin etwas glasige Basis steckt, aber die Unterscheidung ist wegen der begonnenen Zersetzung recht schwierig. Dieses Gestein wurde durch den Elektro-Magneten und die Quecksilberjodidlösung zerlegt: Zuerst wurde mit dem Magneten das Magneteisen entfernt, dann bei schwächerem Strome der Augit ausgesucht, welcher jedoch stark mit Nephelin verunreinigt ist, das Gemenge dann mit der Lösung behandelt und derartig eine ziemlich genaue Trennung bewerkstelligt. Der Rest von Nephelin und Orthoklas ist nicht ganz zu isoliren. Man erhält auf diese Art:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Magnetit . . . . . . | 3·5 | bis | 4 | Perc. |
| Augit . . . . . . . . | 11 | „ | 12 | „ |
| Nephelin [1]) . . . . . | 46 | „ | 49 | „ |
| Orthoklas . . . . . . | 24 | „ | 26 | „ |
| Orthoklas und Nephelin . | 9 | „ | 11 | „ |

Da die genaue Trennung nicht ganz gelang, wurde das Gestein mit nicht ganz concentrirter Salzsäure unter mässigem Erwärmen durch 2½ Stunden behandelt und es ergab sich, dass 4 Gramm zerfallen in 2·7 Gramm löslichen und 1·3 Gramm unlöslichen Theil, letzterer besteht aus Augit, Orthoklas und etwas Magnetit; daraus lässt sich nach Abzug des Magnetit ein Gehalt von 65 Perc. Nephelin berechnen, für Orthoklas verbleiben 22 Per. Man erhält hier etwas weniger Orthoklas als bei der ersten Trennung. Da aber sämmtliche Gemengtheile analysirt werden, so lässt sich die mechanische Trennung controliren.

---

[1]) Dieser war bei einem sehr starken Strome vom Elektro-Magneten ausgezogen worden.

Eine Schwierigkeit bot das Vorhandensein von zweierlei Augiten; da dieselben offenbar verschiedenen Bildungsstadien angehören und auch durch Farbe, Structur, Krystallform verschieden sind, so war auch eine Verschiedenheit der Zusammensetzung anzunehmen. Zur Isolirung der grösseren porphyrisch eingemengten Augite wurde ein grobes Pulver von circa 0·35 Mill. Durchmesser hergestellt, und dasselbe mit der Quecksilberjodidlösung behandelt, es fallen Magnetit und die grossen Augite nieder, während die kleineren mikroskopischen Augite, da sie mit Nephelin und Feldspath gemengt sind, in der Lösung schwimmen; auf diese Art erhält man die grösseren Augite, die leicht vom Magnetit befreit werden können, ziemlich rein, namentlich nachdem mit der Lupe die grösseren Augite ausgeklaubt und dann das Pulver etwas feiner gemacht und hierauf von kleinen anhängenden anderen Mineralien abermals durch die Lösung befreit worden sind. Die Quantität des auf diese Art erhaltenen, und wie die mikroskopische Untersuchung nachwies, reinen Augites, beträgt in 80 Gramm circa 3 Gramm, also 2½ bis 3 Perc. der Gesteinmasse. Nachdem dermassen die grossen Augite rein erhalten waren, wurden durch den E. M. und darauf durch die Q. L. die kleinen mikroskopischen Augite, deren Reinheit ebenfalls controlirbar ist, erhalten; ihre Menge beträgt nicht ganz 10 Perc. Diese sowohl, als die grösseren ausgeklaubten Feldspathe wurden analysirt:

| | I. grosse Augit-Krystalle | II. kleine Augite | III. Feldspath-Krystalle | IV. löslicher Theil des Gesteins [1] | V. Gestein |
|---|---|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 43·99 | 38·15 | 62·42 [1] | 47·56 | 53·80 |
| $Al_2O_3$ | 14·01 | 25·96 | 18·99 | 25·17 | 23·59 |
| $Fe_2O_3$ | 2·09 | 11·08 | spur | 2·11 | 3·57 |
| $FeO$ | 8·84 | 6·17 | — | — | 1·88 |
| $MnO$ | 0·30 | 4.97 | — | spur | spur |
| $CaO$ | 19·42 | 4·53 | 1·52 | 2·96 | 2·26 |
| $MgO$ | 10·88 | 1·99 | spur | 0·84 | 0·87 |
| $K_2O$ | — | — | 8·16 | 4·07 | 4·77 |
| $Na_2O$ | 1·09 | 7·91 | 8·66 | 12·41 | 9·05 |
| Wasser | — | — | — | 4·88 [2] | 1·50 |
| | 100·62 | 100·76 | 99·75 | 100·00 | 101·29 |

[1]) Wurde von Herrn F. Kertscher analysirt.

[2]) Aus der Differenz bestimmt.

Die Analyse des Feldspath zeigt, dass auch etwas Kalk-Natron-Feldspath vorhanden gewesen sein dürfte. Da die grösseren Augite durch die beiden Methoden gereinigt waren und überdies mit der Lupe ausgesucht wurden, so ist ihre Reinheit unzweifelhaft. Dass bei den mikroskopischen Augiten der Natrongehalt nicht von Beimengungen herrührt, ist ebenfalls sicher, obgleich natürlich das Material hier weniger vollkommen war, als bei den erstgenannten Mineralien. Die Analyse des löslichen Theiles zeigt, dass derselbe so ziemlich einem etwas zersetzten Nephelin entspricht. Prüft man die Resultate der Bauschanalyse unter Annahme der durch die Behandlung mit Salzsäure erhaltenen Resultate, so erhält man für die Kieselsäure 50·5 Perc., also zu wenig, es dürfte daher der Orthoklas der Grundmasse entweder etwas saurer sein, als die grossen Krystalle, oder es werden auch diese von $HCl$ angegriffen, was bei dem Kalkgehalt wahrscheinlich ist. Unter Annahme von höchstens 60 Perc. Nephelin und 27 Perc. Orthoklas, was auch mit der mechanischen Trennung übereinstimmt, erhält man für $Si\,O_2$, $Al_2\,O_3$, $Na_2\,O$, $K_2\,O$, $Ca\,O$, nahezu richtig, die von der Analyse gegebenen Mengen; es scheint die Annahme obiger Mengen sowie von 10 Perc. Augit und 3·5 Perc. Magnetit der quantitativen Zusammensetzung nahe zu kommen; die Formel wäre: $N_6$, $Or_3$, $Ag_2$.

Unter den dichten Augit-Phonolithen unterscheiden wir orthoklasreiche und orthoklasarme. Die ersteren zeichnen sich durch grossen Orthoklasgehalt aus, der aber selten bis zur Hälfte des Gesteins reicht. Der Feldspath tritt in langen Leisten auf, die in den meisten der untersuchten Schliffe Karlsbader Zwillinge sind und parallele Anordnung zeigen, in Schliffen parallel zu den Absonderungen, welche die meisten Gesteine zeigen, sieht man dann dicht gedrängt unter einander liegen lange rectanguläre oft auch länglich hexagonale Leisten neben selteneren, ebenfalls parallel angeordneten Nephelinrechtecken. Oft tritt auch Plagioklas auf, ebenfalls in langen Leisten, die nur aus wenigen Lamellen bestehen; Augit ist in variabler Menge vorhanden. Neben einigen, ziemlich seltenen grösseren Augitdurchschnitten, welche gelbliche Farbentöne und Schalenstructur aufweisen, kommen dann grüne Augite in kleinen Leisten, Nadeln und fetzenartigen Partien vor. Eine glasige Grundmasse wurde in keinem Falle mit Sicherheit con-

statirt, und dürfte diese auch wohl ganz fehlen. Einige Gesteine enthalten vereinzelte, grössere, bläuliche, oft durch Zersetzung gelb erscheinende Haüynkrystalle. Magnetit ist im ganzen sehr wenig vorhanden: $1\frac{1}{2}$ bis 3 Perc. Titanit wurde fast nirgends constatirt. Orthoklasreiche Phonolithe kommen vor am Covakrater (haüynführend) bald mehr oder weniger Augit enthaltend, wobei die vereinzelten grösseren Pyroxene schwer schmelzbar sind.

In der Ribeira da Torre treten unter den aus dem Covakrater stromartig geflossenen Phonolithen, gangförmige, lichtgraue hieher gehörige Gesteine auf, welche in einer dichten Grundmasse parallel angeordnete Orthoklase, sehr wenig Augit, daneben aber etwas Hornblende enthalten, und durch kleine, runde, dunkle Flecken von den obigen Gesteinen gekennzeichnet werden. Diese Flecken erscheinen u. d. M. wie Einschlüsse eines fremden Gesteines, welches körnige Structur hat, und aus langen braunen stark pleochroitischen Hornblendenadeln, Orthoklasleisten und Nephelin besteht. Vergleicht man die Hornblendenadeln dieses Einschlusses mit denen des Gesteines, so findet man vollkommene Identität, ebenso findet man die grasgrünen Augitbruchstücke des letzteren in jenen Flecken wieder, und der Orthoklas, welcher in der dichten Gesteinsmasse vorkommt, herrscht auch in jenen wieder vor, während Nephelin untergeordnet ist. Man hat also bei diesen Flecken dieselbe Zusammensetzung, wie in dem dichten Gesteine, nur ist die Structur der ersteren eine andere, nämlich eine kleinkörnige, während die des letzteren durch das Auftreten von kleinen Orthoklasleisten und Hornblendenadeln porphyrartig ist. Betrachtet man die Ränder der Flecken, so sieht man einen allmähligen Uebergang der dichten Masse in die krystallinischen Partien, indem an der Grenze ersterer grössere Hornblendekrystalle und Orthoklase in bedeutender Menge auftreten, und man sieht wie die dichte Masse allmählig in eine krystallinische aufgelöst wird. Man hat es daher nicht mit einem Einschlusse zu thun, sondern mit einem an gewissen Stellen auftretenden Krystallisationsprocesse.

Gefleckte Phonolite sind in dem von mir untersuchten Gebiete nicht gar selten. So findet man sie am Monte Gracioso und namentlich im Cova-Gebiete. Ausser dem eben erwähnten Gesteine, welches graue nicht sehr dunkle Flecken enthält, sind

mehrere Ströme zu beobachten, die sich in die Ribeira de Paule und da Torre ergossen haben, und deren sonst licht erscheinendes Gestein durch grüne dunkle runde Flecken besonders charakterisirt wird. Einen mineralogischen Unterschied zwischen dem gefleckten und dem lichten gleichförmigen Phonolith fand ich nicht, bei jenem Gestein von Ribeira da Torre erblickt man in einer graugrünen Grundmasse dunkelgrüne, sehr häufige Flecken, die rundliche oder längliche unregelmässige Gestaltung zeigen. U. d. M. sieht man eine sehr orthoklasreiche, vollkommen krystallinische Gesteinsmasse, welche Fluidalstructur zeigt; die Flecken unterscheiden sich u. d. M. nur durch intensivere Farben, so zwar, dass sie undurchsichtiger erscheinen als der Rest des Gesteines, aber ein Pigment ist nicht zu entdecken, auch sind beide Theile gleichmässig frisch und der Structur und Zusammensetzung nach völlig gleich; dasselbe zeigen die übrigen Vorkommen, die parallel angeordneten Feldspathe und Augite gehen ungestört durch Flecken und Grundmassen hindurch, und man findet absolut keinen Unterschied beider.

Die Gesteine der Cova, seien sie nun gefleckt oder nicht, zeigen mikroskopisch alle denselben Habitus: viele Orthoklasleisten, meist Karlsbader Zwillinge, grünen Augit in fetzenartigen, sehr kleinen Partien, Nephelin in Krystalloiden fast immer in beträchtlicher Menge, sehr wenig Magnetit. Haüyn ist nicht häufig, oft fehlt er gänzlich. Einzelne Titanite wären noch zu erwähnen. Der Augitgehalt ist oft auffallend gering, stets aber unbedeutend. Einzelne grössere Hornblende- oder Biotit-Einsprenglinge sind ganz sporadisch. Glasbasis ist nicht zu constatiren.

Jene gefleckte orthoklasreiche und augitarme Varietät wurde chemisch von mir untersucht:

| | |
|---|---|
| $Si\,O_2$ | 56·09 |
| $Al_2\,O_3$ | 22·22 |
| $Fe_2\,O_3$ | 4·08 |
| $Ca\,O$ | 0·69 |
| $Mg\,O$ | spur |
| $Na_2\,O$ | 9·16 |
| $K_2\,O$ | 7·21 |
| $H_2\,O$ | 1·09 |
| $S\,O_3$ | spur |
| | 100·54 |

Die orthoklasarmen, dichten Gesteine sind mikroskopisch den eben beschriebenen sehr ähnlich; je nach Fundorten zeigen sie untereinander grosse Verschiedenheiten; die nephelinreichen Gesteine von der Cova gleichen ganz den nephelinarmen von demselben Orte. Manche davon sind augitreich, so z. B. ein Gestein vom Nordost-Abhange des Pico da Cruz, welches auch nephelinreich ist, und manche Aehnlichkeit mit den Nepheliniten von demselben Fundorte hat; der Augit kommt darin weit reichlicher vor, als sonst in Phonolithen, es sind grüne Nadeln und fetzenartige Partien, die durch die Schmelzbarkeit sich als Natron-Augite erweisen. Auch Haüyn ist darin vertreten. Weitere dichte Gesteine kommen vor am Amargoso, S. V., am Monte Gracioso, S. Th., nördlich von Ribeira da. Barca, S. Th.

2. Hornblende-Phonolithe. — Die Zahl derselben ist gegenüber den augitführenden Gesteinen eine sehr geringe, und nur auf der Insel Mayo finden sie sich in grösserer Ausdehnung. Es ist hier zuerst ein porphyrartig ausgebildetes Gestein vom Monte Batalha zu nennen, welches in mancher Hinsicht an den Phonolithporphyr von Praya erinnert, es zeigt eine dichte grünliche Grundmasse mit grossen Hornblende- seltener Feldspathkrystallen. U. d. M. sieht man grössere, braune, stark pleochroitische, an der Spaltbarkeit kennbare Hornblendekrystalle mit hexagonalen oder länglich rectangulären Durchschnitten, daneben einige seltene grössere Orthoklas-Durchschnitte, welche Bruchstücken oder Körnern angehören. Der Schmelzbarkeit nach ist die Hornblende natronreich, sie schmilzt schon in lichter Rothgluthhitze zu grünlichem Glas. Die Grundmasse ist vorwiegend aus sehr kleinen Nephelin-Krystalloiden gebildet. Auch Augit in grösseren Leisten ohne Pleochroismus, kommt vor. Der Orthoklas zeigt sich in kleinen rectangulären Leisten, es sind meistens einfache Krystalle. Die Grundmasse ist etwas zersetzt. Ausser diesem porphyrartigen Gesteine treten in demselben Phonolithmassiv dichte Gesteine auf, welche aber sehr dünne lange Hornblendenadeln zeigen. Dieses Mineral zeigt u. d. M. lange, nadel- oder leistenförmige, braune, stark pleochroitische Durchschnitte, die oft in kleine Säulen gegliedert sind; Spaltbarkeit ist zwar nicht immer zu erkennen, aber in allen beobachteten Fällen, war die der Hornblende deutlich wahrnehmbar. Die Auslöschungsrichtungen der

langen Durchschnitte bilden mit deren Längsrichtung Winkel von 0—15°; die Hornblende schmilzt in lichter Rothglühhitze. In einigen anderen Gesteinen von demselben Fundorte findet sich die Hornblende in anderer Form, nämlich in grösseren fetzenartigen, ganz unregelmässig begrenzten Partien, welche Einschlüsse von Apatit, Magnetit, Feldspath und deutliche Spaltbarkeit, sowie starken Pleochroismus zeigen. Der Orthoklas ist in Bezug auf seine Menge schwankend, und kommt in kleinen Leisten vor, welche nicht parallel angeordnet sind. Mitunter tritt auch wohl Plagioklas auf. Der Nephelin findet sich sowohl in rechteckigen als auch rundlichen Durchschnitten, ist aber nirgends frisch, sondern häufig durch Aggregatpolarisation ausgezeichnet. Man kann unter den Gesteinen des Monte Batalha zwei Varietäten unterscheiden, die eine enthält die Hornblende in langen fetzenartigen Partien neben denen der Orthoklas in grösseren Durchschnitten nicht häufig ist, während Nephelin in geringer Menge vertreten ist. Magnetit ist selten. Die zweite Varietät, äusserlich ähnlich, enthält viele Hornblendenadeln, wie sie früher beschrieben, daneben wohl zersetzten Nephelin; der Orthoklas kommt mehr in kleinen Durchschnitten vor, es sind meist einfache Krystalle, selten Zwillinge. Magnetit ist hier häufiger als in der ersten Varietät, Hauyn fehlt gänzlich. Titanit ist nur in einem Schliffe beobachtet worden. Von der ersten Varietät wurde vermittelst des Elektromagneten eine mechanische Trennung durchgeführt, da die gröbere Structur des Gesteins eine solche ermöglichte. Durch die Q. L. wurde erhalten aus 15·5 gr.: Feldspath, Nephelin und etwas Hornblende: 13·5 gr., Hornblende, Nephelin, Magnetit: 1·45 gr. Letzterer mit der Magnetnadel ausgezogen, wiegt 0·35 gr.; dann wurde mit dem E. M. 0·3 gr. Hornblende ausgezogen. Aus dem ersten Theil wurden 0·95 gr. Hornblende extrahirt. Der aus Nephelin und Feldspath bestehende Rest ergibt 6 gr. aus vorwiegendem Nephelin und 6·2 gr., welche zum grössten Theile aus Feldspath bestehen; zum Schluss wurde das Gestein noch mit Salzsäure behandelt, wobei sich der lösliche Theil (Nephelin und Zersetzungsproducte nach Abzug des Magnetites) zu dem unlöslichen wie 53 zu 46 verhält; die approximative Zusammensetzung wäre demnach 13—14 Perc. Hornblende, 3 Perc. Magnetit, 44—52 Perc. Nephelin und circa 35 Perc. Orthoklas. Von

der zweiten Varietät wurde von Herrn F. Kertscher eine Bauschanalyse ausgeführt, während ich dann durch Anwendung der Q. L. und des E. M. aus circa 55 gr. Gestein 2½ Gramm, reiner Hornblende zur Analyse erhielt; in dem analysirten Gesteine war die Frischheit der Hornblende auffallend, da der Nephelin schon an einigen Stellen zersetzt war und kleine Hohlräume u. d. M. sichtbar sind, welche mit Zeolithen (strahlige Durchschnitte, wohl Natrolith) angefüllt sind; diese zweite Varietät ist übrigens viel reicher an Hornblende, als die erstere, wie auch aus den Analyse-Resultaten hervorgeht. Die Hornblende war sehr rein, wie u. d. M. constatirt wurde, was in diesem Falle um so erklärlicher war, als die Hornblende doch grössere Individuen, ½—2 Mm. lang, bildet. Die Resultate sind:

| | Bauschanalyse | Hornblende |
|---|---|---|
| $Si\,O_2$ | 50·05 | 39·96 |
| $Al_2\,O_3$ | 20·98 | 16·91 |
| $Fe_2\,O_3$ | 2·12 | 3·42 |
| $Fe\,O$ | 4·05 | 8·86 |
| $Ca\,O$ | 4·12 | 15·94 |
| $Mg\,O$ | 1·65 | 6·03 |
| $Na_2\,O$ | 8·43 | 9·01 |
| $K_2\,O$ | 6·19 | 100·13 |
| Glühverlust | 4·35 | |
| | 101·94 | |

Diese Hornblende enthält auffallend wenig Kieselsäure und kann daher auch nicht zum Arfvedsonit gestellt werden.

Als Hornblende-Phonolith muss auch ein Gestein vom Ostabhang des Monte Gracioso bezeichnet werden; welches u. d. M. viele braune Hornblendenadeln, deutlich pleochroitisch mit scharfen Spaltrissen, neben einigen lichtgrünen Augiten zeigt. Der Orthoklas in Karlsbader Zwillingen oder einfachen Individuen ist gegenüber dem Nephelin untergeordnet. Plagioklas ist sehr selten.

## Tephrite.

Diese Gesteinsgruppe ist auf den Capverden weit seltener als auf den Canaren. Es sind durchgehends Nephelintephrite, welche je nachdem sie mehr mit Phonolithischen Gesteinen verbunden sind, zu jenen, oder, wenn sie mit Basalten verknüpft sind, zu

diesen, ihrem Habitus nach hinneigen. Erstere scheinen die häufigeren zu sein. Zu ihnen gehören ziemlich weit verbreitete Gesteine, welche den Kamm zwischen dem Cova-Krater und dem Pico da Cruz auf der Insel Antao bilden, und die mit etwas verändertem Habitus auch in dem Kessel von Rib. das Patas vorkommen. Zu dem zweiten Typus gehören manche Gesteine, welche am Fusse des Pico d'Antonio im Thalkessel dos Orgaos auf S. Thiago vorkommen.

1. Phonolithähnliche Tephrite. — Der Plagioklas kömmt nur in kleinen Leisten und Mikrolithen vor, welch erstere gewöhnlich länglich rectanguläre oder hexagonale Form besitzen und nur aus wenigen Lamellen bestehen. Ausser diesen enthalten einige Schliffe auch grössere Feldspath-Durchschnitte; Einschlüsse von Glas, Mikrolithen sind häufig. Was die Natur dieser Plagioklase anbelangt, so ist das Maximum der Auslöschungsschiefe in der Zone *P/M* nicht überall gleich, und auch nach den mikrochemischen Reactionen ist dieses bei den einzelnen Gesteinen der Fall, der Plagioklas schwankt zwischen Oligoklas und Labrador.

Manche Gesteine, welche einen Uebergang zu den Phonolithen darstellen, enthalten auch mehr weniger Orthoklas in einfachen Individuen oder Karlsbader Zwillingen. Man kann oft, z. B. an der Cova einen vollkommenen Uebergang zwischen Tephriten und Phonolithen beobachten. Der Nephelin kommt seltener in deutlich abgegrenzten Krystalldurchschnitten vor, häufiger in Krystalloiden, obwohl erstere gewöhnlich nicht ganz fehlen. Seine Anwesenheit wurde durch Reactionen bestätigt. In dieser Hinsicht ähneln diese Gesteine sehr den Phonolithen, wo ebenfalls scharf begrenzte hexagonale Durchschnitte seltener sind. Was das Mengenverhältniss des Nephelins und des Plagioklas anbelangt, so variirt es sehr, aber ersterer herrscht gewöhnlich vor.

In Betreff des Pyroxens, zeigen die einzelnen Gesteine verschiedener Fundorte manche Verschiedenheit. In den Gesteinen des Pico da Cruz sind es grosse grüne Krystalldurchschnitte (gewöhnliche Form) mit deutlicher Spaltbarkeit, schwachem Pleochroismus, die einige Magnetiteinschlüsse enthalten, oder unregelmässig begrenzte Körner, neben welchen noch einzelne blassgrüne Mikrolithe vorkommen. In einem Gestein vom Salto prieto tritt jener Gemengtheil dagegen in kleinen grasgrünen Leisten auf, während grössere Durchschnitte selten sind. In den wenigsten

Gesteinen sind zwei verschiedene Augite mit Sicherheit nachweisbar. Selten ist Hornblende, welche nur in einzelnen grossen Krystallen, von rothbrauner Farbe, vorkömmt. Dagegen kommen grössere Biotitkrystalle nicht selten vor. In Bezug auf die Natur des Pyroxens konnte in den meisten Fällen eine dem gewöhnlichen Augit entsprechende Auslöschungsschiefe constatirt werden. Der Schmelzbarkeit nach sind die Pyroxene zwar nicht so leicht schmelzbar wie Akmit, aber trotzdem leichter als der gewöhnliche Augit. Es ist anzunehmen, dass die meisten Augite eine Zusammensetzung haben, wie die des aus dem Gestein vom Pico da Cruz isolirten, der sowohl Natron als Magnesia enthält, doch dürften den Unterschieden in der Farbe, Auslöschungswinkeln (welche allerdings, da nur selten Schnitte nach der Symmetrie-Ebene vorlagen, nicht ganz massgebend sind) und Schmelzbarkeit auch chemische entsprechen. Demnach wären die Pyroxene dieser Tephrite keine eigentlichen Akmite, sondern kieselsäurearme Magnesia und Natronführende Augite, die in einer solchen Mischung bisher nicht constatirt worden sind. Haüyn findet sich in den meisten dieser Gesteine, aber nicht mit mikroskopischen Dimensionen; die Farben sind blau, braun und gelb, die Form der Durchschnitte quadratische oder hexagonale; der Haüyn spielt mehr die Rolle eines accessorischen Gemengtheiles; als solcher wären noch der spärliche Apatit und der ganz vereinzelt auftretende seltene Titanit zu nennen; Magnetit ist weit reichlicher vorhanden als in den Phonolithen. Die meisten sind krystallinisch und Glasbasis sehr selten bemerkbar.

Dem Habitus nach sind die Gesteine oft äusserlich, bei sonst übereinstimmender mikroskopischer Structur, sehr verschieden, und kann man verschiedene Typen unterscheiden.

Die Gesteine, welche im nordöstlichen Theile von Antao vielfach verbreitet sind und alle wohl ihren Eruptionspunkt in der Cova oder im Pico da Cruz haben, sind meistens lichtgraue, oder bräunlichgraue Gesteine, etwas porös, oft domitisch, sie enthalten als makroskopische Gemengtheile nur porphyrisch eingesprengten Augit. U. d. M. zeigt sich letzterer in gelblichen oder grünlichen Durchschnitten mit etwas Magnetit; ihre Auslöschungsschiefe schwankt zwischen 0—40°. Der Plagioklas tritt hier nur in kleinen langen Leisten auf, welche den optischen Ver-

hältnissen und den mikrochemischen Reactionen nach wohl Oligoklas sein dürften; auf die Gegenwart des Orthoklases ist hier sowohl aus dem optischen Verhalten der Durchschnitte, welche sehr kleine A. Sch zeigen und einfache Krystalle sind, als auch aus dem höheren $Si\,O_2$- und $K_2\,O$-Gehalte der Analyse zu schliessen; eine mechanische Trennung von Plagioklas war jedoch nicht durchführbar, aber der Orthoklas ist hier keineswegs nur accessorischer Gemengtheil und repräsentirt uns das Gestein ein Zwischenglied des Tephrites einerseits, des Phonolithes andererseits; der Uebergang ist auch an Ort und Stelle sichtbar, es lassen sich die verschiedenen Uebergangsgesteine recht gut verfolgen. Der Nephelin gehört zu den vorwiegenden Gemengtheilen, seine Menge ist beträchtlich; die kurzen Säulen und Körner sind übrigens recht frisch. Magnetit ist mehr als in den Phonolithen vorhanden. Haüyn in hexagonalen und quadratischen Durchschnitten mit rothbrauner Umrandung, während das blaugrau gefärbte Innere die bekannten rectangulären Strichsysteme zeigt, ist nicht selten. Von diesem Gesteine hat Herr F. Kertscher eine Analyse ausgeführt, während der makroskopisch ausgesuchte und hierauf gereinigte Augit von mir untersucht wurde. Die Resultate sind:

| | I. Gesteinsanalyse | II. Augit-Analyse |
|---|---|---|
| $Si\,O_2$ | 47·44 | 37·20 |
| $Al_2\,O_3$ | 23·71 | 16·93 |
| $Fe_2\,O_3$ | 6·83 | 15·07 |
| $Fe\,O$ | 3·53 | 3·55 |
| $Ca\,O$ | 6·47 | 14·81 |
| $Mg\,O$ | 1·95 | 6·89 |
| $K_2\,O$ | 3·34 | — |
| $Na_2\,O$ | 6·40 | 5·06 |
| $H_2\,O$ | 1·73 | — |
| | 101·40 | 99·51 |

Die Menge des Augites beträgt nach den Analysen circa 25 Perc., der in Salzsäure unlösliche Theil des Gesteines, aus Augit und Orthoklas bestehend, beträgt über 45 Perc. Das Verhältniss des Plagioklases zum Nephelin lässt sich nicht eruiren, da eine mechanische Trennung unmöglich ist. Wir haben also hier circa 5 Perc. Magnetit, 25 Perc. Augit, 15—20 Perc. Orthoklas und 50 Perc. Nephelin und Plagioklas.

Ferner gehört hieher ein lichtgraues Gestein vom Campo grande, welches u. d. M. viele grössere braunrothe Hornblendekrystalle enthält, die häufig Einschlüsse von Magnetit, Apatit, dann zahlreiche gelbgrüne nicht pleochroitische Augitleisten, selten grosse Biotitblättchen zeigt. Neben dem Plagioklas, welcher deutliche Zwillingsstreifung und eine grosse A. Sch. aufweist, tritt Orthoklas in Karlsbader Zwillingen und einfachen Individuen auf. Nephelin tritt gegenüber dem Feldspath zurück. Tiefblaue Haüyne, mit massenhaften Poren, Glas- und auch Flüssigkeitseinschlüssen, und den Strichsystemen, ähnlich, wie bei jenen aus dem Leucitit, sind nicht gar selten. Einzelne lange Leisten mit basischer Spaltbarkeit, faserig, sind vielleicht Mellilith. Dieses Gestein wurde von Herrn F. Kertscher mit der Lösung behandelt, der schwerere, Magnetit, Augit und etwas Feldspath enthaltende Theil beträgt 1·7, der leichtere 5·1, letzterer zerfällt in einen löslichen I 66 Perc. und einen unlöslichen II 44 Perc. Die Resultate für beide sind:

| I | | | II | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | $Si\,O_2$ | 55·84 | | $Si\,O_2$ | 57·82 |
| | $Fe_2\,O_3$ | 7·12 | | $Al_2\,O_3$ | 20·19 |
| | $Al_2\,O_3$ | 17·44 | | $Fe_2\,O_3$ | 4·40 |
| | $Ca\,O$ | 4·13 | | $Ca\,O$ | 8·37 |
| | $Mg\,O$ | 1·01 | | $Mg\,O$ | 2·80 |

Der schwerere Theil ergibt im löslichen: 0·57 gegen 0·28 unlöslichen

| | | | |
|---|---|---|---|
| $Si\,O_2$ | 28·87 | $Ca\,O$ | 11·53 |
| $Al_2\,O_3$ | 14·59 | $K_2\,O$ | 1·94 |
| $Fe_2\,O_3$ | 22·88 | $Na_2\,O$ | 3·51 |

Leider liefern diese Partialanalysen keine Anhaltungspunkte, um das quantitative Verhältniss zu beurtheilen, der schwerere Theil zeigt jedoch einen höheren Kalkgehalt, welcher einen basischen Feldspath, vielleicht aber auch etwas Mellilith vermuthen lässt, leider waren die Durchschnitte, welche basische Spaltbarkeit zeigten, nicht mit Sicherheit von Nephelin zu unterscheiden. Der leichtere, lösliche Theil enthält offenbar neben Nephelin noch einen mehr kieselsäurereichen Feldspath, während der unlösliche, welcher auch kalihaltig war, ausser Hornblende auch etwas Orthoklas enthalten haben dürfte; bemerkenswerth ist, dass im löslichen Theil sich auch etwas Magnesia fand. Die durch die Versuche

erhaltenen Resultate sind also von geringer Bedeutung, und habe ich dies Beispiel angeführt, um zu zeigen, wie bei einem so dichten Gesteine der Gebrauch der Lösung allein kein befriedigendes Resultat geben kann.

Ebenfalls feldspathreich ist ein Gestein aus dem oberen Orgaosthale, am Fusse des Pico d'Antonio. Es ist nicht mehr frisch und zeigt Hohlräume mit Calcit und nicht bestimmbaren Zeolithen. Vorwiegend ist Plagioklas in rectangulären Leisten, neben welchem auch Orthoklas in nicht geringer Menge vorhanden ist. Der Nephelin, welcher nur mikrochemisch mit Sicherheit zu erkennen ist, ist sehr untergeordnet. Augit in röthlichen Körnern und Kryställchen ist nicht gar häufig. Ein Gestein, welches gangförmig am Salto prieto, S. A. auftritt, ist ein Mittelding zwischen Phonolith und Tephrit. Es enthält beide Feldspathe in fast gleichen Mengen. Auffallend ist es durch seinen Reichthum an lichtgrünem nicht pleochroitischen Augit, welcher sowohl in grösseren Durchschnitten, als in kleinen Fetzen und Nadeln auftritt. Haüyne mit gelbem Rande sind u. d. M. häufig zu sehen.

Als nephelinreich ist ein Gestein von R. Patas zu bezeichnen, welches gangförmig auftritt. Es enthält grössere porphyrartig eingesprengte Augit- und Hornblendekrystalle, welche durch Haüyneinschlüsse gekennzeichnet sind. Letzteres Mineral ist recht häufig, es ist im Innern farblos, zersetzt, während der Rand gelbbraun gefärbt ist. Der Plagioklas tritt in nicht häufigen kleinen Leisten, aus 2—3 verzwillingten Individuen bestehend, auf; vorherrschend ist der Nephelin, welcher häufig in Krystallen auftritt, die durch massenhafte Einschlüsse gekennzeichnet sind.

Basaltähnliche Tephrite. — Solche Gesteine sind unter den von mir untersuchten selten. Als Beispiel diene ein dunkles dichtes Gestein, welches einem von der Cova gegen Osten geflossenen Strome entstammt, das unweit des Dorfes auf S. A. gesammelt wurde. Es ist sehr augitreich, der Augit tritt in zwei verschiedenalterigen Bildungen auf, erstens in grossen, schalenförmigen, regelmässig ausgebildeten Krystallen, die u. d. M. röthliche und gelbe Farbentöne zeigen, und zweitens in blassgelben oder grünlichen Nadeln oder Mikrolithen, welche wenig Einschlüsse (Magnetit) zeigen; die grösseren Augite dürften der Schmelzbarkeit nach, wohl Natron neben Magnesia enthalten, den

Auslöschungsschiefen nach verhalten sich die Krystalle wie der gewöhnliche Augit. Der Feldspath ist nicht gar häufig, es sind kleine aus 2—3 Lamellen gebildete kurze Plagioklasleisten, Auslöschungsschiefe 0—15°. Der Nephelin kommt in Rechtecken und rundlichen isotrop erscheinenden Durchschnitten vor, aller Wahrscheinlichkeit nach ist auch noch eine farblose wasserhelle amorphe Basis vorhanden. Magnetit ist häufig.

Ein anderes Gestein von der Ostküste derselben Insel, ist dunkelgrau, zeigt einige porphyrartig eingesprengte Augite und Glimmerblättchen. U. d. M. sieht man grössere Augit-, Biotit- und auch braune Hornblendekrystalle, daneben viel Nephelin in hexagonalen Durchschnitten mit zonar angeordneten Einschlüssen, und seltenere Feldspathleisten; ausser den grösseren Augiten ist gelbgrüner, sehr wenig pleochroitischer Augit in kleinen Krystalldurchschnitten sehr häufig. Magnetit ist nicht selten. Haüyn fehlt. Das Gestein erinnert sehr an die später zu beschreibenden Nephelinite aus derselben Gegend und scheint ein Uebergangsglied derselben zu bilden. — Nephelinreich ist ein mikrokrystallinisches Gestein von Pico Lasnas, von ähnlicher Zusammensetzung.

Sehr plagioklasreich ist ein Gestein von der Rib. Marziana S. A., äusserlich dicht und dunkel, zeigt es sich u. d. M. als ein gleichmässiges Gemenge von Plagioklas, welcher in langen Leisten auftritt, und gewöhnlich nur aus 2—4 Lamellen besteht, deren Auslöschungsschiefe zu 0—18° gemessen wurde, und röthlichem Augit, in breiten rectangulären oder länglich hexagonalen Tafeln. Der Nephelin ist sehr untergeordnet, er tritt in grösseren vereinzelten Krystalldurchschnitten oder in kleinen Krystalloiden auf, ist wasserhell und enthält nur wenige Mikrolithe. Magnetit ist häufig. Der Habitus des Gesteines entspricht makro- und mikroskopisch ganz den Plagioklasbasalten.

Ein äusserlich an Plagioklasbasalt erinnerndes Gestein findet sich als Gang im oberen Orgaos-Thal. Es ist olivinfrei und enthält viele kleine Augite von nelkenbrauner Farbe, Plagioklas in Leisten ist recht häufig, Nephelin dagegen, in rechteckigen Durchschnitten erkennbar, selten. Bemerkenswerth ist das Gestein durch das Auftreten von lichtbrauner Glasbasis mit stabförmigen Entglasungsproducten, welche hier ausnahmsweise in grosser Menge vorhanden ist. Magnetit findet sich spärlich.

Einen besonderen Typus repräsentirt ein Gestein, welches dicht hinter Praya vorkömmt. Aeusserlich einem Basalte ähnlich, zeigt es viele grössere braune, stark pleochroitische Hornblendekrystalle, einige Biotitblättchen und röthliche nicht pleochroitische Augite. Diese Mineralien sind in einer etwas zersetzten Grundmasse eingestreut, welche aus kleinen röthlichen Augiten, viel Nephelin in deutlichen Durchschnitten, Plagioklas und etwas Magnetit zusammengesetzt ist. Einzelne sporadische Olivinkörner mit beginnender Serpentinisirung bilden einen Uebergang zum Basanit. Bemerkenswerth ist das Gestein durch seinen hohen Hornblendegehalt, während alle anderen Gesteine vorwiegend Augit enthalten, es entspricht dem Buchonit.

Erwähnung verdient das Gestein, welches den Foyait des Hafens von S. Vincent durchsetzt; äusserlich sehr zähe, dicht, schwarz, ist es ungemein schwierig, davon dünne Schliffe herzustellen, und selbst die sonst so ausgezeichneten Schliffe der Firma Fuess waren in diesem Falle noch nicht genügend. U. d. M. sieht man einzelne grössere Plagioklase und wenig grössere Augite. Der Rest besteht aus einem sehr dichten Gemenge kleiner röthlicher Augite, sehr schmalen Plagioklasnadeln, zersetzten farblosen unregelmässig begrenzten Partien, welche wahrscheinlich dem Nephelin angehören, verschiedenen Zersetzungsproducten, darunter auch Calcit, und viel Magnetit. Es dürfte dieses Gestein wohl zu den Tephriten zu rechnen sein, obzwar die Grundmasse in den Schliffen nicht zu enträthseln war.

Eine von Herrn F. Kertscher ausgeführte Analyse ergab folgende Resultate, welche allerdings die Meinung bestätigen, dass ein Tephrit vorliegt, denn der Thonerde-Gehalt ist für einen Plagioklasbasalt allzu hoch.

| | |
|---|---|
| $Si\,O_2$ | 43·07 |
| $Al_2\,O_3$ | 16·11 |
| $Fe_2\,O_3$ | 15·42 |
| $Mg\,O$ | 5·71 |
| $Ca\,O$ | 10·87 |
| $Na_2\,O$ | 4·49 |
| $K_2\,O$ | 2·67 |
| Glühverlust | 2·97 |
| | 101·41 |

## Basanit.

Die hier zu behandelnden Gesteine stehen zwischen Nephelin- und Plagioklas-Basalt, ihrem ganzen Habitus nach gehören sie zu den Basalten, während sie den Phonolithen in jeder Beziehung ferne stehen. Sie sind auf den Capverden ziemlich verbreitet, namentlich auf der Insel S. Thiago.

Constituirende Mineralien. — Der Augit ist meistens der vorherrschende Gemengtheil; er tritt in nelkenbraunen, seltener grünlich-gelben Krystall-Durchschnitten der gewöhnlichen Form oder in Krystalloiden auf, welche in ihrer Mikrostructur ganz denen der Feldspathbasalte gleichen und auch in den optischen Eigenschaften und Schmelzbarkeit mit ihnen übereinstimmen. Makroskopisch treten Augitkrystalle und Körner nur selten auf. Der Nephelin kommt entweder in kurzen Säulen, häufig aber auch körnig vor, und zeigt dann u. d. M. ganz unregelmässige Durchschnitte, er ist meist wasserhell, sehr frisch und enthält nur wenig Einschlüsse; niemals wurden zonar angeordnete beobachtet.

Der Plagioklas tritt meistens in sehr frischen, reinen grösseren Leisten, seltener in Mikrolithen auf, welche aus wenig Lamellen bestehen. Der Auslöschungsschiefe nach, könnte man bei den meisten auf einen kieselsäureärmeren Plagioklas (Labrador) schliessen, was auch mit der Löslichkeit in Säure übereinstimmt.

Der Olivin zeigt sich u. d. M. nur in grösseren Körnern oder in Krystall-Durchschnitten (hexagonalen), die häufig braune Umrandung zeigen, während das farblose Innere selten grössere Einschlüsse, meist nur Poren, aufweist. Bemerkenswerth sind Einbuchtungen der Grundmasse, Zerreissungen der Krystalle durch letztere, welche eine Praeexistenz der Olivine vermuthen lassen. Zur mikroskopischen Kleinheit sinkt der Olivin nicht herab. Die Olivine sind meistens eisenreich, sie schmelzen leichter, als die zur Controle bei dem Schmelzversuche angewendeten Olivine, welche 5—9 Perc. $FeO$ enthalten.

Bei einigen dieser Gesteine findet sich etwas wasserhelle lichte bis farblose Basis, welche keine Entglasungsproducte zeigt. Magnetit ist sehr häufig. Hauyn fehlt gänzlich; die Structur aller dieser Gesteine ist eine porphyrartige, indem in einer aus Augit, Nephelin oder Plagioklas bestehenden Grundmasse, grössere Kry-

stalle, namentlich von Augit, vorkommen; viele Gesteine sind vollkommen krystallinisch, in anderen ist die Basis in geringerer oder bedeutenderer Menge vorhanden. Man kann die Gesteine in zwei Klassen eintheilen, je nachdem Nephelin oder Plagioklas vorherrscht. Zu den plagioklasreichen Basaniten gehört ein Vorkommen am Steilrande des Pico d'Antonio auf S. Th., welches ich am Uebergang von Gomes Annes sammelte. Es ist ziemlich gleichmässig kleinkörnig ausgebildet, enthält aber einige grössere Plagioklaskrystalle und viel Olivine, welche durch das Eindringen der Grundmasse vielfach zerrissen sind. Das Gestein besteht aus Augit, welches hier u. d. M. röthliche und nelkenbraune Töne zeigt und unregelmässig umgrenzten Plagioklasen. Nephelin ist wenig vorhanden und zeigt sich nur in Körnern. Magnetit ist ziemlich häufig, Glasbasis fehlt gänzlich.

Ein ebenfalls plagioklasreicher Tephrit lagert deckenförmig auf den Dioriten und Diabasen, südlich vom Dorfe S. Vincent, es ist dies ein Biotit-Basanit. Der farblose Olivin tritt im Ganzen nicht häufig auf und zeigt regelmässige hexagonale Durchschnitte. Der sehr häufige Biotit kommt in gelbbraunen stark pleochroitischen Leisten und Fetzen vor. Der Plagioklas tritt sowohl in einzelnen grösseren, porphyrartig eingesprengten Krystallen, als auch in kleineren Krystalldurchschnitten und Krystalloiden auf. Den Auslöschungsrichtungen zufolge, gehört der Plagioklas zum Andesin; er enthält häufig Biotit und Magnetit, Augit ist in vereinzelten grösseren röthlichen Durchschnitten, u. d. M., hin und wieder sichtbar; Magnetit selten. Der Nephelin kommt nicht in Krystallen vor, findet sich aber in der Grundmasse nicht gar selten in frischen rundlichen oder ganz unregelmässigen Durchschnitten.

Zu den Basaniten gehört auch ein Gestein, welches sich an dem kleinen Basaltkegel hinter Praya stromartig findet, und das sich schon äusserlich als dichtes schwarzes Gestein mit vielen Augit-Einsprenglingen präsentirt. U. d. M. sieht man nicht viel Olivin in Körnern, (farblos, wasserhell), dagegen grosse, ungemein zahlreiche Augitkrystalle und Bruchstücke von solchen, die nelkenbraune oder röthliche Farbentöne zeigen, schwach pleochroitisch sind, Schalenstructur zeigen und sehr viel Einschlüsse von Glas und Magnetit, auch Mikrolithe enthalten. Die Auslöschungsschiefe

in der Symmetrieebene beträgt 36°. Der Augit schmilzt erst in lichter Weissgluth, wir haben hier wahrscheinlich einen magnesiareichen Thonerde-Augit. Neben diesen kommen mikroskopische leistenförmige Krystalle von weingelber Farbe vor, ihrer Grösse nach sehr verschieden, von $1/2$ Mm. Länge zum winzigen Nadelchen herabsinkend und den Hauptbestandtheil bildend; sie sind nicht pleochroitisch und enthalten wenig Einschlüsse. Der Nephelin erscheint in nicht gar häufigen rectangulären oder rundlichen Durchschnitten, oft von verschiedenen Dimensionen, und ist sehr frisch, fast frei von Einschlüssen. Der Plagioklas ist ein seltener Bestandtheil, der in kurzen aus 2—3 Lamellen bestehenden Leisten vorkömmt, ihre Auslöschungsschiefe beträgt circa 26°, Magnetit ist häufig; einzelne Biotitfetzen sind noch zu erwähnen. Glasbasis fehlt.

Ein anderes plagioklasreiches Gestein stammt von der Rib. Prata auf S. Th. Es ist ganz dicht, schwarzgrau, nur einige grössere Olivinkörner, die u. d. M. farblos erscheinen, sind porphyrartig eingesprengt. Hauptbestandtheil ist Augit, der u. d. M. in kleinen länglich hexagonalen oder rectangulären Nadeln und Leisten, einfachen Krystallen, auftritt, nelkenbraune Farbentöne zeigt und durch Mangel an Einschlüssen bemerkenswerth ist. Zwischen den massenhaft zusammengedrängten Augiten erscheinen wasserhelle Partien, die aus kleinen Plagioklasleisten und aus Nephelin bestehen. Erstere bestehen nur aus wenigen Lamellen, ihre Auslöschungsschiefe schwankt zwischen 0—25°. Der Nephelin erscheint in rundlichen Durchschnitten oder in kurzen unregelmässig begrenzten Bruchstücken, er ist wasserhell, ganz frisch, und hat mit Ausnahme einiger nadelförmigen Mikrolithe, die nicht regelmässig vertheilt sind, keine Einschlüsse. Biotitfetzen und Magnetit, letzterer ziemlich häufig, treten ebenfalls auf. Glasbasis fehlt ebenfalls. Das Gestein, welches dem noch gut erhaltenen Cailhao-Krater (S. V.) entstammt, eine etwas blasige, dunkle Lava, deren Hohlräume oft mit Calcit erfüllt sind, zeigt u. d. M. kleine Olivinkrystalle mit gelbem Rand, welche in einem sehr feinkörnigen Gemenge kleiner Plagiosklasleisten, Augitnädelchen, Nephelinkörnchen und langer, sehr schmaler Leisten eingestreut sind. Letztere gehören einem einaxigen Mineral an, sind in *HCl* löslich, zeigen basische Spaltbarkeit und dürften wahrscheinlich einem Mineral

der Skapolithfamilie, dem Mellilithe, welchen soeben Stelzner [1]) in süddeutschen Basalten nachgewiesen hat, angehören. Doch ist es mir nicht gelungen, einen sicheren Beweis davon zu erlangen, da jene Leisten nicht häufig sind. Es wurde von diesem Gesteine Pulver durch kurze Zeit mit concentrirter Salzsäure behandelt und der lösliche Theil untersucht; es ergab sich auf 0·578 Gramm Gesteinspulver ein unzersetzter, aus etwas Magnetit, Augit, etwas Orthoklas und vielleicht auch Plagioklas bestehender Rückstand im Gewichte von 0·239, der lösliche Theil enthält 34·5 Perc. Kieselsäure; 18·9 $Fe_2 O_3$ 19·1 $Al_2 O_3$ 9·7 $Ca O$; 7·9 Percent $Na_2 O$ und etwas Kali; der Plagioklas ist ziemlich vorherrschend, denn nach dem Natrongehalt zu urtheilen, dürfte der Nephelin in untergeordneter Menge vorhanden sein. Ein zweites jedoch ganz dichtes Gestein, welches in Blöcken am Fusse jenes Berges vorkömmt, zeigt ebenfalls jene Leisten, daneben aber sehr viel Augit und auch grössere Plagioklaskrystalle.

Weiter gehört hieher ein Gestein von der Chada falcao, ebenfalls porphyrartig, mit kleineren Olivinkrystallen; der Nephelin herrscht in diesem Gesteine vor und bildet gleichsam ein Substrat, in dem die kleinen Augite von lichtgelber Farbe eingestreut sind. Der Plagioklas kommt in grösseren oder kleineren polysynthetischen Zwillingskrystallen in unbedeutender Menge vor, es neigt sich dieses Gestein demnach den Nephelinbasalten zu. In diesem Gestein finden sich ebenfalls die früher genannten Leisten, welche möglicherweise Mellilith sein könnten. Es wurde das Gestein mit Salzsäure zerlegt. Auf 0·5 Substanz entfallen 0·15 unlöslicher Rückstand, im zersetzten Theil fand Herr F. Kertscher:

$Si O_2$ = 40·76 Perc.
$Al_2 O_3$ = 17·32 „
$Fe_2 O_3$ = 17·03 „
$Ca O$ = 6·76 „
$Mg O$ = 9·99 „
*Alkal* = 8·14 (Differenz).

Dieser Zusammensetzung entspricht auch ein Gemenge von kieselsäureärmerem Plagioklas, vielleicht Labrador, Magnetit und Nephelin. Der unlösliche Rückstand gehört wohl ausschliesslich

[1]) Jahrbuch für Mineralogie, 1882, I. Bd.

dem Augit an, und wir dürften hier ungefähr 30 Perc. Olivin, 10 Perc. Magnetit und 30—40 Perc. Plagioklas und Nephelin haben, also:

$$Pl_2 \ N_2 \ Ol_3 \ Ag_3 \ Mn_1.$$

Ungemein augitreich ist ein Basanit vom Lenhal, (S. A.), welcher auch durch accessorischen blauen Haüyn ausgezeichnet ist. Der Augit von weingelber Farbe, nicht pleochroitisch, kommt in Krystallen und Krystalloiden von sehr verschiedenen Dimensionen vor, neben ihnen treten einzelne Olivinkrystalle auf. Der Plagioklas zeigt sich nur in wenigen Individuen, während der Nephelin hier in deutlichen rechteckigen Durchschnitten häufiger ist. Magnetit ist sehr viel vorhanden. Einzelne an Mellilith erinnernde Leisten kommen auch hier wieder vor. Glasbasis ist vorhanden. Aeusserlich ist das Gestein dicht und ganz pechschwarz; da der Plagioklas sehr sporadisch ist, so könnte man das Gestein auch zu den Nepheliniten stellen. Der Kieselsäuregehalt dieses Gesteines ist ein sehr geringer, er beträgt nur 38 Perc.

Ebenfalls nephelinreich ist ein Gestein, welches circa 30 M. unter dem Gipfel des Pico d'Antonio (S. Th.) stromartig auf tritt; plattenförmig abgesondert, äusserlich einem Phonolith ähnlich, dicht, von grauer Farbe, zeigt es u. d. M. zahlreiche Augite von grüner Farbe, oft mit einem Stich in's Röthliche, ohne Pleochroismus, dann kleine Plagioklasleisten mit grosser A. Sch., welche aber im Ganzen selten sind, endlich viel Nephelin in unregelmässig begrenzten Individuen, daneben aber auch Glasbasis mit stabförmigen Entglasungsproducten. Olivin in lichten kleinen Krystallen mit gelbem Rande ist nicht häufig, Magnetit reichlich. Haüyn fehlt. Das Gestein nähert sich seinem Habitus nach den Tephriten und sein sehr geringer Olivingehalt bringt es auch mit ihnen in nahe Beziehung. Eine Analyse ergab mir:

| | |
|---|---|
| $Si\,O_2$ | 43·09 |
| $Al_2\,O_3$ | 17·45 |
| $Fe_2\,O_3$ | 18·99 |
| $Ca\,O$ | 9 76 |
| $Mg\,O$ | 4·63 |
| $K_2\,O$ | 1·81 |
| $Na_2\,O$ | 5·02 |
| $H_2\,O$ | 0·33 |
| | 101·08 |

Der hohe Gehalt an Magnesia zeigt, dass wir es mit einem augitreichen Gestein zu thun haben, was auch durch den Gehalt an Eisen bestätigt wird.

## Feldspathbasalt.

Dieses auf allen Inseln stark vertretene Gestein, kommt sowohl stromförmig, als auch gangförmig vor. Alle Feldspathbasalte sind mikroskopisch einander ziemlich ähnlich, während sie makroskopisch bald porphyrartig, bald dicht, bald auch mit doleritischer Structur erscheinen. In vielen herrscht der Plagioklas vor, in manchen dagegen der Pyroxen, Hornblende geht ihnen gänzlich ab, während Biotit hin und wieder vorkömmt.

Plagioklas. Dieser Gemengtheil ist meistens in langen dünnen Leisten oder auch in Mikrolithen ausgebildet, die aus nur wenig Lamellen bestehen; neben diesen kommen mehr oder weniger häufig einzelne grössere hexagonale Durchschnitte vor, welche aus zahlreichen polysynthetischen Individuen zusammengesetzt sind; in den doleritisch ausgebildeten Gesteinen bilden diese oft die Majorität, während sie in den dichten Gesteinen mitunter ganz fehlen. Was die Mikrostructur der Plagioklase anbelangt, so bietet sie wenig bemerkenswerthes; im Allgemeinen enthalten sie nur wenig Einschlüsse von Magnetit, Apatit oder Augit, Glaseinschlüsse sind fast überall, aber nur in geringer Menge vorhanden. Sämmtliche Plagioklase sind sehr frisch und fast niemals getrübt. In Bezug auf die optischen Verhältnisse wurde die Auslöschungsschiefe in sehr vielen Gesteinen als die des Anorthites constatirt, 0° bis 37°, andere enthalten Plagioklase, deren Auslöschungsschiefe dem Labrador entsprechen würde. Wenn man jedoch in den erstgenannten Gesteinen die einzelnen Feldspathe, wo dies möglich ist, sei es durch die Schmelzbarkeit, sei es vermittelst der Szabo'schen und Bořicky'schen Methode prüft, so findet man, dass nicht alle Individuen sich ganz gleich verhalten, freilich sind solche Versuche äusserst delicate und man ist dabei leicht Täuschungen unterworfen, trotzdem scheint es mir wahrscheinlich, dass nicht alle Individuen gleich zusammengesetzt sind, wenn auch die Differenzen gerade keine bedeutenden sind; solche Differenzen kommen aber nicht nur zwischen den porphyrartig eingesprengten

Plagioklasen und den kleinen Leisten oder Mikrolithen vor, sondern auch unter letzteren selbst. In zwei Fällen war es möglich zu constatiren, dass die optischen Bestimmungen nicht der mittleren chemischen Zusammensetzung entsprechen, ein entscheidender Beweis, dass in diesen Fällen die einzelnen Individuen von einander optisch-chemisch verschieden sind, ist leider desshalb nicht möglich gewesen, weil die Ausbildung der Individuen nur erlaubt, die Auslöschungsschiefen mit der Methode von Michel-Levy zu bestimmen, welche aber, den neueren Untersuchungen Schuster's zu Folge, leicht zu Irrthümmern führen kann. Wenn man aber alle Verhältnisse berücksichtigt, so kommt man immerhin zu dem Schlusse, dass eine Verschiedenheit der einzelnen Feldspath-Individuen viel Wahrscheinlichkeit hat. Mit Sicherheit konnte eruirt werden, dass alle untersuchten Plagioklasbasalte keinen Feldspath enthalten, welcher saurer wäre als der Andesin.

Pyroxen. Dieser Gemengtheil tritt sowohl in porphyrartig eingesprengten Individuen, als auch in Krystalloiden, Körnern und Mikrolithen auf. In einigen Gesteinen treten zweierlei, oft durch die Farbe verschiedene Augite auf, welche wohl nicht gleichzeitig entstanden sind, nämlich grössere Krystalle und Krystalloide oder Mikrolithe. In vielen Gesteinen jedoch findet sich der Augit in gleichmässig ausgebildeten Individuen, deren Grösse selbstverständlich, je nach dem Korne des Gesteines verschieden ist. Alle Pyroxene sind, soweit dies möglich zu constatiren ist, monoklin, wenigstens konnte die Gegenwart eines rhombischen Pyroxenes nicht nachgewiesen werden. Die grösseren Augite zeigen sehr häufig Schalenstructur und erscheinen meistens in regelmässig ausgebildeten Krystalldurchschnitten, mit röthlichen, nelkenbraunen oder bräunlichgelben Farbentönen, erstere zeigen merklichen Pleochroismus.

Was die optischen Verhältnisse der Augite anbelangt, so schwankt die A. Sch. zwischen 0 und 38°, sie ist also die des gewöhnlichen Augites. In chemischer Hinsicht sind die Augite der Feldspathbasalte basische, eisen- und magnesiareiche. Natron ist darin nur in geringer Menge vertreten. Daher zeigen sie sich auch in Bezug auf die Schmelzbarkeit als sehr schwer schmelzbar, erst bei beginnender Weisgluthhitze ist eine Schmelzung zu beobachten. Zwillinge sind recht häufig, mitunter treten auch polysynthetische

Zwillinge auf. Ihre Krystallform ist die gewöhnliche, hin und wieder sieht man auch *oP*. Als Einschlüsse erscheinen in diesen Augiten: Magnetit, Apatit, Glaseinschlüsse. Die kleineren Individuen zeigen am häufigsten längliche hexagonale Durchschnitte, oder aber sind es an den Enden rundlich ausgebildete Mikrolithe, seltener sind Krystalloide oder Körner. Die kleineren Augite sind fast niemals pleochroitisch; ihre Farbentöne sind am häufigsten gelblich, selten nelkenfarbig. Die Spaltbarkeit ist sehr häufig sichtbar. Einschlüsse — Magnetit und Glas — sind im ganzen selten. Zwillinge kommen sowohl bei den grösseren Individuen, als auch bei den kleineren vor, hier allerdings nicht oft; polysynthetische Zwillingsbildung scheint sehr selten zu sein. Alle Augite sind durch merkbare Frische ausgezeichnet. Die Vertheilung derselben ist oft eine unregelmässige, häufig zeigt sich eine radiale Anordnung der Individuen oder eine massenhafte Concentrirung an einem Punkte der Schliffe.

B i o t i t ist als Vertreter des Pyroxen's hin und wieder vorhanden, fast niemals tritt er in deutlichen Krystallen auf, sondern meist in fetzenartigen Partien, welche nur mikroskopisch constatirbar sind.

Der O l i v i n, welcher mit einer einzigen Ausnahme in allen Feldspath führenden Basalten constatirt wurde, ist fast überall, sicherlich als Einschluss, oder wenigstens als erstes Erstarrungsproduct vorhanden. Er kommt sowohl in Krystallen mit hexagonalen Durchschnitten als auch in Körnern vor, und zeigt u. d. M. lichtgelbe Färbung oder er ist farblos, in welchem Falle er meist einen grünlichen serpentinisirten oder einen braunen, von Eisenoxyd imprägnirten Rand zeigt. An Einschlüssen — Magnetit, Biotit und Mikrolithen — ist er sehr arm. Dagegen fehlen in den seltensten Fällen Einbuchtungen der Grundmasse oder Zerreissungen, durch diese hervorgebracht. Glaseinschlüsse fehlen. Daher ist wohl anzunehmen, dass der Olivin das erste Erstarrungsproduct war, dass er fest war, als die Grundmasse noch vollkommen flüssig. Die Menge des Olivins ist eine schwankende, aber im ganzen ist er nicht in grossen Massen vorhanden, niemals sinkt er zu mikroskopischen Dimensionen herab. In chemischer Hinsicht scheinen die meisten Olivine nicht sehr eisenreich zu sein, daher sind sie auch sehr schwer und erst in Weissglühhitze schmelzbar. Titaneisen scheint

in den untersuchten Gesteinen zu fehlen. Der Magnetit tritt meistens in regelmässigen Durchschnitten auf.

S t r u c t u r. Der Structur nach, können wir doleritische, körnige Basalte, und dichte unterscheiden. Berücksichtigt man die Mikrostructur, so lassen sich rein körnige Basalte, und solche, welche Glasbasis enthalten, unterscheiden; letztere sind aber sehr selten, und auch darin tritt die Basis nur in geringer Menge auf. In Bezug auf die quantitative Zusammensetzung herrscht der Pyroxen überall vor, in einigen Gesteinen ist der Plagioklas ganz untergeordnet. Es lassen sich verschiedene Gesteinstypen unterscheiden:

*a)* D i c h t e m i k r o k r y s t a l l i n e G e s t e i n e. Als ersten Typus haben wir nur Gesteine zu verzeichnen, welche äusserlich dicht erscheinen und nur selten porphyrartig eingesprengte Olivine oder Augite enthalten. U. d. M. erscheinen sie als feinkörniges Gemenge von Augit und Plagioklas mit mehr oder weniger Olivin, welcher aber meistens in grösseren Krystallen oder Körnern vorkommt. Sie zeigen nur selten den Plagioklas vorherrschend, sind aber im allgemeinen feldspathreicher, als die doleritischen Gesteine. Solche Gesteine kommen vor in der T a r r a f a l b a i S. A. mit mikrokrystalliner Grundmasse, röthlichen Augiten und Feldspath, deren A. Sch. sie zum Anorthit stellt, ferner im Thale von Boa Entrada mit kieselsäurereichem Feldspath; die Grenze des A. Sch. beträgt 27°, Olivin ist wenig vorhanden, Magnetit reichlich.

Aus dem oberen P i c o s t h a l e stammt ein Gestein, welches u. d. M. viele röthliche, nicht pleochroitische Augite von verschiedener Grösse zeigt, zum Theil Krystalle, zum Theil Körner; neben diesem vorherrschenden Mineral erscheint der Plagioklas in Leisten polysynthetischer Zwillingskrystalle, deren A. Sch zwischen 0° bis 37° schwankt, sie enthalten winzige Magnetitkörner, Augitmikrolithe. Ausserdem ist noch der Olivin in geringer Menge vorhanden, der übrigens ausnahmsweise nicht in grösseren Krystallen, sondern in kleineren Individuen vorkommt. Magnetit ist deutlich vorhanden. Die Zerlegung des Gesteines durch Q. L. oder E. M. war in diesem Falle nicht ganz vollständig, da die Zwischenproducte von Plagioklas-Olivin, Plagioklas-Augit hier nicht mehr gut zu trennen waren. Zuerst wurde Magnetit eingezogen, hierauf die Trennung mit der Lösung durchgeführt, dann der E. M. ange-

wandt; ich erhielt Magnetit 0·65 Gramm, reinen Augit 2·5, Plagioklas 1·4, Gemenge von Augit mit Olivin und Plagioklas 2·4, Augit und Plagioklas 0·6. Indem die Zwischenproducte nochmals behandelt wurden, ergab sich, dass in jenen 2·4 noch 0·5 Olivin und circa 0·4 Augit vorhanden waren, doch sind diese Angaben nur approximative, die percentuale Zusammensetzung ist demnach ungefähr folgende:

| | | |
|---|---|---|
| Magnetit . | 9 | Perc. |
| Augit . . | 39—46 | „ |
| Olivin . . | 6—10 | „ |
| Plagioklas . | 32—45 | „ |

Um die Gemengtheile Augit und Plagioklas zu analysiren, war es nothwendig, grössere Quantitäten anzuwenden, um schliesslich die reinsten Partien zu behalten. Es wurden circa 100 gr. auf obige Weise behandelt und daraus 2·5 gr. Augit und 2 gr. Plagioklas gewonnen; ersterer war annähernd rein, während letzterer etwas Olivin und Spuren von Augit enthielt, wie er auch durch Glaseinschlüsse und winzige Magnetitkörner verunreinigt war, daher enthält er auch etwas Eisen und Magnesia.

Die Bauschanalyse wurde von Herrn F. Kertscher, die Partial-Analysen von mir ausgeführt, sie ergab:

| | Bausch-Analyse | Augit | Plagioklas |
|---|---|---|---|
| $Si\,O_2$ | 42·65 | 42·15 | 48·88 |
| $Al_2\,O_3$ | 15·35 | 21·51 | 28·92 |
| $Fe_2\,O_3$ | 6·46 | 3·79 | 1·52 |
| $Fe\,O$ | 8·19 | 9·43 | — |
| $Ca\,O$ | 11·96 | 12·28 | 11·29 |
| $Mg\,O$ | 7·14 | 7·55 | 1·01 |
| $K_2\,O$ | 1·47 | — | 0·61 |
| $Na_2\,O$ | 5·02 | 2·98 | 6·79 |
| $H_2\,O$ | 1·28 | — | — |
| | 99·52 | 99·69 | 99·02 |

Nach dem Natrongehalte zu urtheilen, dürfte der Plagioklasgehalt vielleicht etwas höher sein, als 40 Perc. Die Analyse zeigt, dass man es hier mit einem Feldspathe der Anorthitreihe zu thun hat, obgleich aus der Analyse keine Formel für denselben berechnet werden kann, da das eisen- und magnesiumhaltige Material jeden-

falls verunreinigt war. Aus der Analyse und der mechanischen Trennung lässt sich ungefähr folgende Zusammensetzung erweisen: $Ag_3$, $Ol_1$, $Pl_3$, $Mg_1$.

Als weitere hieher gehörige Gesteine sind solche von folgenden Fundorten zu bezeichnen:

Kammhöhe zwischen den Thälern von Picos und Orgaos auf S. Th. ganz ähnlich dem eben beschriebenen Gesteine, enthält aber nicht wenig Biotit.

P. da Sol, S. A. Kleine Olivine in Eisenoxydhydrat umgewandelt; äusserlich etwas porös, mikroskopisch ein regelmässiges Gemenge von Augit und Plagioklas.

Hafen von S. Vincent, äusserlich dicht, viel Augit.

Vianakrater. S. V. Schlackig, wenig Olivin, welcher ebenfalls umgewandelt, mehr Plagioklas als in den übrigen Gesteinen.

Boca da Cruja. S. A. Dichtes schwarzes Ganggestein, sehr viel röthlicher Augit, ähnlich dem Gestein von Picos.

*b)* Dolerit. Der zweite weniger häufige Structurtypus ist der doleritische: körnige Gesteine oder solche, welche in einer feinkörnigen, sehr zurücktretenden Grundmasse viele grössere Einsprenglinge enthalten. Fast alle diese Gesteine sind durch Armuth an Plagioklas ausgezeichnet und der Augit darin der vorherrschende Gemengtheil. Aeusserlich präsentiren sich diese Gesteine als dunkle, körnige Massen mit viel Olivin und schwarzem Augit. U. d. M. sieht man, dass ersterer, was die Menge anbelangt, ziemlich variirt, er findet sich meistens in hexagonalen Durchschnitten, ist farblos, oft mit gelbem Rand versehen. Die Augite mit röthlichen oder nelkenbraunen Farbentönen zeigen Schalenstructur und die früher öfters erwähnten Einschlüsse. Krystalle sind seltener als Körner, alle Augite, ob sie nun mehrere Millimeter lang oder nur mikroskopisch sind, welch' letzteres selten ist, zeigen gleiche Verhältnisse und ist keinerlei Unterschied wahrzunehmen. Der Plagioklas findet sich in wohl abgegrenzten Leisten von verschiedenen Dimensionen, welche der A.-Sch. nach Anorthit wären, sie sind sehr rein und bestehen aus 8—10 Lamellen, ihre Menge ist keine grosse. Magnetit in quadratischen Durchschnitten, welche oft in Schnüren aneinandergereiht sind, und in Körnern, ist häufig; eine Glasbasis fehlt absolut. Solche Gesteine sind namentlich auf

der Nordwestküste von S. Vincent, in der Nähe des Hafens sehr verbreitet, dann fand ich sie am Pico Lasnas auf S. Antao, letzteres Gestein ist sehr olivinreich. Aus einem der obigen Gesteine von S. Vincent, dicht bei dem Dorfe, wurde der Pyroxen analysirt, welcher als erst in der Weissgluth schmelzend befunden wurde, er ist mit Magnetit und grösseren Glaseinschlüssen verunreinigt, ersterer wurde mit der Magnetnadel ausgezogen, von letzteren konnten die grösseren durch die Q. J. L. getrennt werden. Die Analyse, welche von Herrn F. Kertscher ausgeführt wurde, ergab:

| | |
|---|---|
| $Si\,O_2$ | 45·14 |
| $Al_2\,O_3$ | 8·15 |
| $Fe_2\,O_3$ | 5·25 |
| $Fe\,O$ | 5·20 |
| $Ca\,O$ | 19·57 |
| $Mg\,O$ | 14·76 |
| $Na_2\,O$ | 1·46 |
| | 99·53 |

Der Augit ist also seiner Zusammensetzung nach dem gewöhnlichen Thonerde-Augit nahestehend. Das obige Gestein enthält sehr grosse Augite, wie auch der Feldspath in grösseren Individuen vorkommt. Magnetit ist in dem Gestein reichlich verbreitet. Was den Plagioklas anbelangt, der gegenüber dem Pyroxen sehr zurücktritt, so ist er ein leichtlöslicher, mit grosser A. Sch., wohl der Labradorreihe angehörig. Das Gestein ist nicht sehr olivinreich, auch dieser Bestandtheil zeigt sich in grösseren Individuen. Alle diese körnigen Gesteine sind ungemein frisch. In einem der Gesteine von S. Vincent treten im Augit, der hier mehr in Krystalloiden erscheint, dünne, kurze, undurchsichtige Mikrolithe, den Trichiten einigermassen ähnlich, auf, welche parallel zwei Richtungen angeordnet sind, die sich bald unter 90°, bald unter einem Winkel von 115° schneiden. Die Menge dieser kleinen parallelen Stäbchen ist recht bedeutend, die Richtung derselben scheint mit keiner der gewöhnlichen Krystallflächen zusammenzuhängen.

*c)* Porphyrartige Gesteine. Einen dritten Typus endlich bilden die porphyrartigen Gesteine, mit grossen Ausscheidungen

von Augit und Olivin, (in einem Falle auch von Plagioklas). Diese Gesteine zeigen eine dichte, schwarze Grundmasse, mit vielen grösseren Augit und Olivinkrystallen, beide von weingelber oder grünlicher Farbe. U. d. M. erkennt man unter den porphyrisch ausgeschiedenen Gemengtheilen den Augit von nelkenbrauner Farbe, meist regelmässige Durchschnitte und Schalenstructur zeigend, mit Einschlüssen von Glas, Magnetit und Mikrolithen, sehr häufig corrodirt und Einbuchtungen der Grundmasse, Zerbrechungen der Krystalle durch letztere aufweisend. Dasselbe gilt vom Olivin, der übrigens weniger häufig ist. Die Grundmasse besteht aus kleinen Augitleisten, meist den grösseren sehr ähnlich, kleinen Plagioklasdurchschnitten und Magnetit. Solche Gesteine kommen vor am Faxokrater (s. viel Pyroxen), am Madeiral (S. V.) strombildend und im Thalkessel vom Picos, sehr olivinreich, am Fortino von S. V., hier auch einzelne grössere Plagioklase aufweisend, auf der Höhe des Malaguetta-Pics, (S. Th.), mit rothen Olivinen, in der Grundmasse ziemlich viel Plagioklas, ferner an der Nordküste von S. Vincent gegen den Hafen zu, wo sie in die doleritischen Gesteine übergehen und auch unter den Strömen des dicht hinter Praya gelegenen Plateau's.

Als sehr plagioklasarme Basalte sind zwei porphyrartig ausgebildete Gesteine, das eine von der Rib. da Torre bei der Povaçao, das andere von der Chada Lacrim auf S. A. zu bezeichnen. Es sind dunkle, etwas poröse Gesteine, welche viele grüne Körner von Augit enthalten, in jenen von ersterem Fundort zeigt sich dieser Bestandtheil von einer Rinde von Eisenoxyd umzogen. U. d. M. sieht man sehr viel Pyroxendurchschnitte von weingelber Farbe, nicht pleochroitisch, mit vielen Glas- und Magnetiteinschlüssen, welche in einer, zum grössten Theil aus kleinen Augitleisten bestehenden Grundmasse liegen, in welcher auch farblose Glasbasis vorhanden ist. Der Plagioklas bildet kleine Leisten, deren Auslöschungsschiefe zwischen 0° bis 18° gemessen wurde. In der Grundmasse ist der Plagioklas nur sehr spärlich vertreten. Olivin ist in mässiger Menge, aber nur in grösseren Individuen vorhanden; Magnetit reichlich. Der Augit ist sehr schwer schmelzbar und zeigt die optischen Verhältnisse des gewöhnlichen Pyroxens. Noch weniger Plagioklas enthält ein porphyrartiges Gestein vom Hafen von S. Vincent, welches grosse

Augite und Olivine enthält, die in einer Grundmasse eingebettet sind, welche u. d. M. sich als ein mikrokrystallines Gemenge kleiner nelkenbrauner Augitkrystalle, mit einigen sporadischen Plagioklasleisten und mit Magnetit, (aus angereihten Octaëdern bestehende Schnüre) kund gibt, und uns einen Uebergang zu den Limburgiten repräsentirt, denn der Plagioklas hat accessorischen Charakter, an manchen Stellen fehlt er ganz. Der Olivin ist in dem Gestein reichlich vertreten.

Ein Gestein von der Rib. funda, Südabhang des Pico da Cruz, entspricht der Zusammensetzung und auch der Structur nach einem Augit-Andesit; in einer aus Augitnadeln und farbloser Glasbasis bestehenden Grundmasse liegen viele weingelbe Augitkrystalle und Körner, sehr unrein, viel Glas, Magnetit, stabförmige Mikrolithe enthaltend, zum Theil von beträchtlicher Grösse, zum Theil nur mikroskopisch, dann Plagioklas in langen rectangulären Leisten, welche im Gegensatz zum Augit sehr rein sind und deren Auslöschungsschiefe 0—20° beträgt, es sind gewöhnlich nur zwei bis drei Zwillingslamellen verbunden. Magnetit ist ziemlich häufig. Dieses Gestein hat demnach einige Aehnlichkeit mit den typischen Augit-Andesiten, nur herrscht der Augit bedeutend vor.

Gestein von R. das Patas. — Von den mineralogisch so vielgestaltig ausgebildeten Basalten dieses Kessels reiht sich hier ein Gestein an, welches bei Abwesenheit von Olivin aus vorwiegendem Augit, Glasbasis und etwas Plagioklas besteht, und welches manche Verwandtschaft mit den später zu besprechenden Pyroxeniten zeigt, da der Feldspathgehalt nur ein geringer ist. Hauptbestandtheil ist der, in röthlichen Krystallen und Körnern von sehr verschiedenen Dimensionen vorkommende Augit, ähnlich dem der oben beschriebenen Basalte. Die Plagioklasleisten bestehen nur aus 2—3 Lamellen, und sind, wie bemerkt, nicht häufig. Sehr verbreitet ist der Magnetit. Zwischen den einzelnen Mineralien erscheint nicht selten farblose wasserhelle Glasbasis, welche nur wenig Augit-Mikrolithe, sonst aber keine Entglasungsproducte enthält.

Die Analyse dieses Gesteines, von Herrn F. Kertscher ausgeführt, ergab.

| | |
|---|---|
| $SiO_2$ | 41·83 |
| $Al_2O_3$ | 18·60 |
| $Fe_2O_3$ | 16·11 |
| $CaO$ | 11·83 |
| $MgO$ | 4·98 |
| $K_2O$ | 2·47 |
| $Na_2O$ | 4·70 |
| Glühverlust | 0·91 |
| | 101·43 |

Es zeigt jedenfalls die Analyse, dass man es hier nicht mit einem Augit-Andesit zu thun haben kann, was auch schon die Structur zeigt; es als Tephrit zu bezeichnen geht eben so wenig an, da ein Nephelingehalt nicht mit Sicherheit constatirbar ist, aber jedenfalls dürfte es mit den Nephelin-Plagioklasbasalten die meiste Verwandtschaft haben, denn die Elemente des Nephelins sind, wie aus der Analyse hervorgeht, in dem Gesteine, wohl in der Glasbasis, vorhanden. Wäre nicht der constatirte Plagioklasgehalt, so würde das Gestein am besten den Pyroxeniten einzuverleiben sein. Ich habe es vorläufig hier eingereiht.

## Nephelinite.

Diese Gesteine sind im Ganzen ziemlich häufig. Man kann sie in zwei Gruppen trennen, in nephelinreiche, welche neben dem Augit, oft als vorherrschenden Gemengtheil den Nephelin in deutlichen zahlreichen Krystallen enthalten, und nephelinarme, in denen der Augit vorherrscht, während der Nephelin theilweise durch Glasbasis ersetzt wird, so dass in manchen Gesteinen dieser bedeutend gegenüber dem Nephelin überwiegt, wodurch Zwischenglieder zu dem später zu schildernden Pyroxenit geschaffen werden. Ein wichtiger Gemengtheil mancher Nephelinite ist der Haüyn, der dann nicht mehr als einfacher accessorischer Gemengtheil angesehen werden kann. Was die Structur anbelangt, so sind die Gesteine oft dicht, kleinkörnig oder porphyrartig ausgebildet.

*a)* Nephelinreiche Gesteine. — Der Nephelin kömmt nur in Krystallen vor, deren hexagonale oder kurze rectanguläre Durchschnitte u. d. M. kranzförmig, zonar gelagerte Einschlüsse von Mikrolithen (wohl Augit) zeigen. Die Grösse dieser

Krystalle wechselt sehr, und sinken sie häufig zur mikroskopischen Kleinheit herab. Der Nephelin ist meistens sehr frisch und nur selten Zersetzung daran bemerkbar. — Der Pyroxen zeigt gelbe und grüne Farbentöne, findet sich sowohl in Krystallen von der gewöhnlichen Form als auch in Krystalloiden oder in fetzenartigen Partien und in länglichen Mikrolithen; in manchen Gesteinen kommen zweierlei Augite vor, von denen die grösseren als Einschlüsse oder zuerst gebildete zu bezeichnen sind, während die anderen integrirenden Bestandtheil der Grundmasse bilden. Unter den ersteren wurden zum Theil natronreiche Augite von geringer Schmelzbarkeit constatirt, die aber wahrscheinlich nicht die Akmit-Zusammensetzung haben dürften, sondern eher die des Augits aus dem Leucitit oder dem Foyait; damit stimmen auch die Krystallform, welche keine spitzen Pyramiden zeigt und die optischen Verhältnisse überein, obgleich, was letztere anbelangt, sichere Messungen nicht immer möglich waren. Nur selten wird der Pyroxen durch Biotit oder Hornblende vertreten. An Einschlüssen enthalten die Pyroxene Magnetit, Glaseinschlüsse, Mikrolithe. Haüyn ist für eine Abtheilung dieser Gesteine ein charakteristischer und sehr häufiger Gemengtheil, welcher nicht nur mikroskopisch, sondern auch makroskopisch auftritt; der Haüyn zeigt selten blaue, meist braune oder graue Färbung. Die Krystallform ist das Rhombendodecaëder, seltener das Octaëder, auch kommen Körner von sehr unregelmässiger Form vor. In mehreren Gesteinen scheinen zweierlei Haüyne vorzukommen, welche sich äusserlich durch Farbe, chemisch durch den Kalk- und Natrongehalt von einander unterscheiden. Die Mikrostructur dieser Haüyne ist übrigens in den verschiedenen Vorkommnissen ziemlich verschieden.

Von anderen Gemengtheilen ist nur der recht spärliche Magnetit in grösseren Körnern, sowie auch der seltene Apatit zu verzeichnen. Glasbasis fehlt entweder ganz, oder ist nur in geringer Menge vertreten. Es lassen sich mehrere Typen unterscheiden, welche kurz skizzirt werden mögen.

1. Haüyn-Nephelinite vom Covao. — Poröses, gelbgraues Gestein mit grossen, bis 11 Mill. dicken graubraunen oder blauschwarzen Haüynen $\infty 0, 0$ oder Körnern und einzelnen grösseren Augiten. Die Haüyne zeigen u. d. M. hexagonale, quadra-

tische, octogonale auch ganz unregelmässige Begrenzung, sind farblos, nelkenbraun, selten graublau; sie enthalten Gasporen, aber keine Mineraleinschlüsse. Der Rand ist oft dunkler gefärbt als der Kern des Krystalls, doch ist niemals ein undurchsichtiger schwarzer Rand zu bemerken, vielmehr hat man es hier mit einem dunkleren meist braunen, aber vollkommen durchsichtigen, mit der Umgrenzung parallel verlaufenden Streifen, der an Schalenbildung erinnert, zu thun. Auffallend sind Einbuchtungen der Grundmasse in dem Haüyn, wie sie Quarze, auch Olivine, grössere Feldspathe mitunter zeigen, und welche zeigen, dass der Haüyn jedenfalls zuerst sich gebildet hat. Ausser diesem braunen Haüyn bemerkt man, auch schon mit der Lupe, Körnchen von blassblauem Haüyn, die keine regelmässigen Krystallumrisse zeigen. Dieser blaue Haüyn wurde auf den Kalkgehalt geprüft und es ergab sich, dass er weit kalkreicher ist als der braune. U. d. M. zeigt er sich in kleinen blassgrünen Körnchen von geringer Grösse. Es enthält demnach das Gestein zweierlei Haüyne, einen natron- und einen kalkreicheren.

Die grösseren Augite zeigen u. d. M. regelmässige grüne Durchschnitte, und enthalten Magnetit, Glas und Mikrolithe; sie sind nicht pleochroitisch. Sie schmelzen in beginnender Weissgluth, enthalten Magnesia, aber auch Natron. Die braune Schmelze ist nicht magnetisch. Der Augit ist nicht pleochroitisch. Die kleineren Augite sind ebenfalls grün, aber lichter; wahrscheinlich sind die beiden Augite wenig von einander verschieden, ihre Menge ist nicht bedeutend.

Der Nephelin kommt in grossen Krystallen vor, welche die früher erwähnten Einschlüsse zonar angeordnet enthalten. Magnetit ist sehr selten, ebenso Apatit.

Den Gewichtsverhältnissen nach, lässt sich durch die Q. J. L. das Gestein in zwei Theile trennen, wovon der eine leichtere, Nephelin und Haüyn, 76 Perc., während der andere, aus Magnetit und Pyroxen bestehende 24 ausmacht; da jedoch der erstere noch etwas augithaltig ist, so muss die weitere Trennung mit dem E. M. ausgeführt werden, wobei noch 9 Perc. Augit mit etwas Nephelin gemengt, bei einem schwächeren Strome ausgezogen werden; aus dem zweiten Theile werden 2 Perc. Magnetit mit der M. N. extrahirt.

Demnach stellt sich, wenn man aus den Schwefelsäurebestimmungen den Haüyn berechnet, die Zusammensetzung des Gesteines auf 26 Perc. Haüyn, 40—45 Nephelin, 28—32 Augit und 2 Perc. Magnetit, was folgendes Verhältniss der einzelnen Mineralien gibt:

$$H_6\ N_{11}\ Ag_7.$$

Die von mir ausgeführten Untersuchungen ergaben folgende Daten (I Bauschanalyse, II Haüyn):

| | I | II |
|---|---|---|
| $Si\,O_2$ | 41·09 | 34·95 |
| $Al_2\,O_3$ | 18·35 | 29·41 |
| $Fe_2\,O_3$ | 14·89 | 1·38 |
| $Ca\ O$ | 8·79 | 4·40 |
| $Mg\ O$ | 1·78 | — |
| $Na_2\,O$ | 8·79 | 19·01 |
| $K_2\ O$ | 3·14 | 0·33 |
| $S\ O_3$ | 2·11 | 8·11 |
| $Cl$ | 0·45 | 0·86 |
| $H_2\ O$ | 1·26 | 1·83 |
| | 100·65 | 100·28 |

Der Nephelin muss in diesem Gesteine reich an Kali gewesen sein, während der Augit jedenfalls stark kalkhaltig war, was übrigens auch bei dem Augit aus dem Leucitit der Fall war.

Aehnlich ist ferner ein poröses blaugrünes Gestein von Monte Ella auf S. A., welches viel Nephelin in Krystallen und Krystalloiden enthält, die in Schliffen massenhaft, theils zonar gelagerte, theils unregelmässig eingestreute Nädelchen (Augit) und Körnchen aufweisen, doch tritt hier, wie in dem Gesteine von Covao, Haüyn auf; das Gestein ist aber im Gegensatz zu diesem arm an Augit, grössere Krystalle dieses Minerales fehlen ganz, nur winzige grüne Nädelchen finden sich dicht gedrängt zwischen den Nephelinkrystallen; Magnetit fehlt fast gänzlich.

Aehnlich, aber haüynärmer sind Gesteine vom Campo grande und vom Topo da Padre, einem Hügel, welcher über dem Steilabhange der Rib. Patas liegt.

2. Gestein vom Topo da Coroa. — Einen anderen Typus repräsentiren Gesteine, welche am Südwestabhange dieses

Berges gegen die Tarrafalbai vorkommen; sie sind dicht, von ockergelber Färbung mit zahlreichen blauen, porphyrartig eingesprengten Haüyn-Krystallen und Körnern. U. d. M. erscheint der Nephelin sowohl in regelmässigen Durchschnitten, hexagonal oder rectangulär ausgebildet, mit Einschlüssen von Augit-Nadeln und Körnchen, als auch in Krystalloiden. Der Nephelin ist oft trübe und zersetzt. Neben ihm tritt in nicht geringer Menge citronengelber Augit, wohl durch Zersetzung stark eisenschüssig, was auch die gelbe Gesteinsfärbung bedingt, auf. Es sind meistens Krystalldurchschnitte, deren Auslöschungsrichtungen jedoch die des gewöhnlichen Augites sind. Diese Augite sind sehr rein. Ihrer Schmelzbarkeit nach gehören sie zu den Natronaugiten.

Bei den sehr häufigen Haüyndurchschnitten (Quadrate, Hexagone, rundliche Durchschnitte) erscheint häufig im Innern ein tiefblauer Kern, der von einer farblosen wasserhellen, sehr reinen Hülle umgeben ist, nur im Innern des Kernes zeigen sich die rectangulären schwarzen Strichsysteme, während sie in der Hülle fehlen, oft sind aber auch die Haüyne ganz farblos und von idealer Reinheit. Als seltener Gemengtheil erscheint der Titanit in blassgrünen spiessigen Krystalldurchschnitten, Magnetit in grossen Durchschnitten sowie Apatit ist selten. Das Vorkommen farbloser Glasbasis, mit kleinen Körnchen und Augitmikrolithen angefüllt, wurde constatirt.

Anders verhält sich ein Nephelinit von der Somma-Umwallung des Topo da Coroa, ein mehr schlackiges pechschwarzes Gestein mit vielen Augiten, welche u. d. M. ockergelb erscheinen. Auch die kleinen Augite in der Grundmasse sind von solcher Farbe, Haüyn, blassbraun in rundlichen grösseren Durchschnitten ist vorhanden. Der Nephelin ist in geringer Menge, aber meist in grösseren Krystallen vertreten, während auch Glasbasis, farblos, mit stabförmigen Entglasungsproducten vorkömmt, welche keinen ganz unbedeutenden Antheil an der Gesteinszusammensetzung nimmt.

Der Augit ist leicht schmelzbar, seine optischen Verhältnisse stellen ihn aber zum gewöhnlichen Pyroxen, er dürfte wohl mit den Augiten aus dem Leucitit und dem Tephrit sehr viel Aehnlichkeit haben.

3. Gestein südlich der Povaçao, S. A. — Einen dem erstgenannten Gesteine einigermassen nahe kommenden Typus zeigen Vorkommnisse von der Ostküste von S. A., welche südlich der Povaçao am Abhange gegen das Meer gesammelt wurden. Es sind sehr dichte dunkelgrüne Gesteine ohne grössere Einsprenglinge, in denen der Nephelin weitaus den Hauptbestandtheil bildet und 60—80 Perc. beträgt; auch hier sind es regelmässige Krystalldurchschnitte mit zonar angeordneten Einsprenglingen (Augit, Apatit), welche dicht gedrängt nebeneinander liegen, ausserdem aber auch grössere Körner und Krystalloide. Der Augit von grasgrüner Farbe erscheint in Nadeln, fetzenartigen Partien und Mikrolithen, sein Pleochroismus ist sehr schwach. Diese Augite sind leicht schmelzbar, doch ist wegen der Kleinheit der Individuen der Versuch kein endgiltiger, da vielleicht etwas beigemengter Nephelin die Schmelzung befördert. Was die Auslöschungsschiefe anbelangt, so konnte allerdings constatirt werden, dass dieselbe stets eine kleine ist, 0—16°, so dass es nicht unwahrscheinlich ist, dass hier Akmit vorliegt. Eine mechanische Trennung der beiden Gemengtheile gelang nicht vollständig, weil der Augit in allzu kleinen Individuen vorkommt. Es wurde aber das Gesteinspulver mit Salzsäure behandelt und in dem unlöslichen Theile ziemlich viel, circa 4 Perc., Natron constatirt. Magnesia ist aber ebenfalls vorhanden, und schon die Bauschanalyse lässt dies vermuthen, da ausser dem Augit kein magnesiahaltiges Mineral vorhanden ist; ebenso wurde Kalkerde constatirt, so dass man es aller Wahrscheinlichkeit nach mit einem kieselsäureärmeren Mineral zu thun hat, als der Akmit es ist, wenn aber, wie es vielleicht die optischen Verhältnisse vermuthen lassen, wirklich letzterer vorliegen sollte, so muss jedenfalls eine beträchtliche Beimengung des Diopsidsilicates zu dem des Akmites angenommen werden. Dass übrigens dieser Pyroxen auch sehr eisenreich ist, zeigt der hohe Gehalt an $Fe_2 O_3$ der Analyse, welche nur dem Augit zugeschrieben werden kann, denn auffallender Weise fehlt in dem Gesteine Magnetit gänzlich. Als ganz accessorischer Gemengtheil wäre noch der Plagioklas in kleinen Leisten zu erwähnen.

| | |
|---|---|
| $Si\,O_2$ | 46·95 |
| $Al_2\,O_3$ | 21·59 |
| $Fe_2\,O_3$ | 8·09 |
| $Ca\,O$ | 7·97 |
| $Mg\,O$ | 2·49 |
| $Na_2\,O$ | 8·93 |
| $K_2\,O$ | 2·04 |
| Glühverlust | 2·09 |
| | 100·15 |

Da durch die Behandlung mit $HCl$ constatirt wurde, dass circa 60—70 Perc. des Gesteines löslich sind, so wäre die Formel: $N_2\,Ag_1$.

4. Während die bisher betrachteten Nephelinite durch das Vorkommen grösserer gleichmässig vertheilter Nephelin-Krystalle ausgezeichnet sind, zeigten an mehreren Punkten vorkommende Gesteine einen ganz anderen Typus. Man beobachtet bei ihnen grössere porphyrartig eingesprengte Augite von beträchtlicher Grösse (1—5 Mill.), welche u. d. M. gelbe und gelbbraune Farbentöne zeigen, nicht pleochroitisch sind, vielfach Einbuchtungen und Zerreissungen durch die Grundmasse zeigen, und deren Umrisse meist unregelmässig in die Länge gezogen sind. Die Grundmasse, in welcher diese Augite, welche, wie eine oberflächliche Untersuchung zeigte, schwer schmelzbar und sehr kalk- und magnesiareich sind, liegen, zeigt sich u. d. M. gleichmässig körnig und besteht aus kleinen, blassgelben, ungemein häufigen Augitleisten, und aus Nephelin in Körnern, seltener in kurz rectangulären oder rundlich hexagonalen Durchschnitten, welche häufig an einem Punkt dichtgedrängt zusammen liegen. Diese Nepheline, stets von unbedeutender Grösse, sind meist wenig zersetzt und enthalten nicht viel Einschlüsse, Stäbchen, Körnchen, die aber niemals zonar angeordnet sind. Wasserhelle Glasbasis findet sich in geringer Menge, doch ist die Unterscheidung von Nephelin schwierig. Die Existenz des letzteren dort, wo keine Krystalldurchschnitte vorliegen, ist durch die Aehnlichkeit mit ersteren und durch die chemischen Reactionen wahrscheinlich. Magnetit in kleinen Körnern ist ziemlich häufig. Als Vertreter des Augites wird häufig Biotit in kleinen Fetzen von dunkelbrauner Farbe beobachtet. Solche Gesteine finden sich in der R. Joao Alfonso auf S. A.

(dichtes graues Gestein sehr nephelinreich), am Salto prieto (schwarzes dichtes Gestein mit viel Augit), an der Cova d'Agua, R. das Patas (graues dichtes Gestein mit vorwiegendem Pyroxen) und auf S. Vincent den Diabas überlagernd (dunkles Gestein mit viel mikroskopischem Biotit, sehr grossen Augiten und kleinen rundlichen Nephelinkörnchen, welche letztere den Hauptantheil an der Zusammensetzung des Gesteines nehmen).

*b)* Nephelinarme Nephelinite. — In diesen Gesteinen tritt der krystallisirte Nephelin zurück, und erscheint dieses Mineral mehr in Krystalloiden, meist aber körnig. In allen ist der Augit der vorherrschende Gemengtheil, wozu sich in einigen Fällen Haüyn, der aber mehr accessorisch ist, gesellt. Glasbasis ist immer in nennenswerther Menge vorhanden, sie ist durchwegs wasserhell, farblos und zeigt fast nur mikrolithische Entglasungsproducte. Magnetit ist häufig. Dieser Typus unterscheidet sich demnach von den früheren durch das Dominiren des Pyroxen.

Gestein vom Campo grande (R. biscotto). — Aeusserlich sehr frisch, hart und vollkommen dicht, zeigt das Gestein in Schliffen grosse weingelbe Augite, meistens Körner, nicht pleochroitisch, mit Magnetit- und Glaseinschlüssen, ferner kleine blassgelbe kurze Augitnadeln in grosser Menge, oft haufenweise zusammengedrängt; es sind wie die grossen, durchwegs einfache Krystalle ohne Pleochroismus mit deutlicher Augitspaltbarkeit, ferner Nephelin in rundlichen rechteckigen Leisten oder in Körnern; die Nepheline, welche sehr klein sind, sind wasserhell, sehr frisch, ohne Einschlüsse. Der Quantität nach steht der Nephelin dem Augit weit nach. Biotit in kleinen fetzenartigen Partien ist nicht selten, auch der Magnetit in Körnern ist ziemlich häufig. Glasbasis kommt ziemlich häufig vor, sie ist wasserhell und enthält stabförmige Entglasungsproducte. Manche Aehnlichkeit mit dem eben besprochenen Gesteine hat ein von der R. fria auf S. A. stammendes blauschwarzes Gestein, das zahlreiche grössere Augite enthält, welche sich u. d. M. als aus 5—6 Zwillingslamellen bestehend, erweisen, ihre Farbentöne sind gelblich, bräunlich, Pleochroismus ist kaum merklich; wasserhelle, mikrolithenreiche Glasbasis tritt auf, Magnetit ist in grösseren Körnchen ziemlich häufig. Im Uebrigen verweise ich auf das soeben Gesagte, nur bemerke ich, dass dieses Gestein noch nephelinärmer

ist als das vom Campo grande und dass zwei oder drei Plagioklasdurchschnitte, einen Uebergang zum Tephrit anbahnen. Ein anderes Gestein von Chada Mula auf S. Th. enthält gar keine grösseren Einsprenglinge und erweist sich als ein Gemenge von vielen kleinen gelben Augitnadeln mit zumeist körnigem Nephelin und wasserheller Glasbasis, welche in nicht geringer Menge vorhanden ist. Auch kleine Biotitfetzen treten auf; Magnetit ist reichlich vorhanden.

Gestein von der Tarrafalbai S. A. — Aeusserlich dicht, blauschwarz, lasst dasselbe grössere Einsprenglinge, nämlich weingelbe, sehr reine Augitdurchschnitte u. d. M. beobachten; ungemein häufig sind kleine gelbe Augitleisten von verschiedenster Länge und meist bis zur mikroskopischen Kleinheit herabsinkend; sie enthalten nur wenig Einschlüsse von Magnetit und Glas, sind nicht pleochroitisch; einige grössere, welche isolirt wurden, sind sehr schwer (in Weissgluth) schmelzbar; es dürfte ein gewöhnlicher Thonerde-Augit vorliegen. Wasserhelle Glasbasis tritt häufig auf. Der Nephelin kommt in kleinen wasserhellen Körnern, seltener in Krystalldurchschnitten vor, welche sporadisch in dem Gesteine vertheilt sind. Magnetit ist häufig.

Durch Abnahme des Nephelines und Ueberhandnehmen der Glasbasis wird ein Uebergang zu dem Pyroxenit herbeigeführt, und es werden bei letzterem einige Gesteine besprochen werden, welche Nephelin als accessorischen Gemengtheil enthalten. Die nephelinärmeren Nephelinite haben viel Aehnlichkeit mit den entsprechenden Nephelinbasalten, von denen sie sich übrigens nur durch den gewöhnlich sehr geringen Gehalt an Olivin unterscheiden.

## Nephelinbasalte.

Diese Gesteine sind auf den Capverden häufig vertreten. Es sind Felsarten, welche äusserlich meist dunkel und dicht sind, aber grössere Olivin- oder Augiteinsprenglinge enthalten, während der Nephelin nur mikroskopisch auftritt. Im Gegensatz zu manchen Nepheliniten, z. B. zu den Eingangs betrachteten, enthalten diese Gesteine verhältnissmässig weniger Nephelin. Auch der Olivin ist hie und da nur accessorischer Gemengtheil, während der Augit Hauptgemengtheil ist. Glasige Basis ist bei einigen in grös-

serer Menge vorhanden. Unter den mir vorliegenden Gesteinen unterscheide ich drei Typen.

1. Den ersten zeigen ziemlich gleichmässig Gesteine von verschiedenen Fundorten; es sind durchwegs sehr dichte Gesteine, die nur einzelne grössere Olivine eingesprengt enthalten, meist aber aus einem kryptokrystallinen Gemenge von Augit, Nephelin, Magnetit bestehen. Der Augit findet sich in grösseren Krystallen und Bruchstücken, welche u. d. M. die gewöhnlichen Durchschnitte mit röthlichem oder gelblichem Farbentone zeigen, oft schalig, wenig pleochroitisch sind, und viel Einschlüsse von Magnetit (Opacit), Glas und Mikrolithen enthalten. Der Schmelzbarkeit nach, ist dieser Pyroxen ein magnesiahältiger, er ist nur in der lichten Weissgluth schmelzbar, die Auslöschungsschiefe ist die des gewöhnlichen Augites, Spaltbarkeit deutlich sichtbar. Zwillinge kommen vor. Daneben findet man viele kleinere Augitleisten und Nadeln von mikroskopischen Dimensionen, im Uebrigen den grösseren ziemlich ähnlich, die den Hauptbestandtheil des Gesteines bilden. Olivin ist nur in grösseren Körnern und Krystallen vorhanden, die u. d. M. farblos mit grünem, auch braunrothem Rande erscheinen und sehr rein sind. Der Olivin erscheint auch hier, wie bei den Feldspathbasalten, als erstgebildeter Gemengtheil, wahrscheinlich als Einschluss. Der Nephelin ist seltener in regelmässigen Durchschnitten als in Körnern sichtbar und steht dem Augit gegenüber an Menge weit nach. Er ist ziemlich frisch, wasserhell und meist ohne Einschlüsse, abgesehen von einzelnen Mikrolithen und Glaseinschlüssen; Magnetit ist ziemlich häufig.[1])

Solche Gesteine kenne ich von dem südlichen Kraterwall von S. Vincent (mit wenig Nephelin und etwas farbloser glasiger Basis), von einem Strome aus den secundären Vulcanen von S. Joao, S. Th. (mit viel rothbraun umrandetem Olivin, Nephelin häufig in Krystalldurchschnitten in etwas reichlicherer Menge als in den anderen Gesteinen) von der R. Patas (dichtes Gestein,

[1]) Ich bemerke hier, dass die meist nicht sehr kleine Dimensionen besitzenden, opaken Durchschnitte in allen meinen Gesteinen wirklich Magnetit sein dürften, wesshalb auch die Bezeichnung Opacit unterlassen wurde; in vielen Fällen sind quadratische Durchschnitte vorherrschend, Titansäure kommt nur in Spuren vor, und Leukoxen fehlt sogar in den Plagioklasbasalten und Diabasen.

ungemein augitreich). Der Structur nach sind die Gesteine porphyrartig ausgebildet, aber die Grundmasse herrscht bei ihnen, den Einsprenglingen gegenüber bedeutend vor.

2. **Porphyrartiges Gestein von der R. Patas.** — Dieser stromartig auftretende Basalt enthält im Gegensatze zu den eben beschriebenen Gesteinen sehr viel makroskopische Einsprenglinge von Augit und Olivin, gegenüber welchen die Grundmasse ganz zurücktritt. Der Olivin kommt in graugelben Krystallen vor, welche $\infty P \breve{\infty}$ $\infty P \bar{\infty}$, $\infty P$, dann $o P . P \bar{\infty}$ zeigen und meistens etwas abgerundet sind. Bei den Augiten lässt sich die gewöhnliche Krystallform erkennen. Der schwarze Augit ist sehr frisch, während die Olivine äusserlich zersetzt sind. U. d. M. sieht man zwischen den grösseren Einsprenglingen eine mikrokrystalline Grundmasse. Die Augite sind nicht pleochroitisch und enthalten grössere Einschlüsse von Magnetit und wenige Mikrolithe, ihre A. Sch. ist die des gewöhnlichen Augites, damit stimmt auch die Schmelzbarkeit überein, indem dieselben erst in der Weissgluth zu einem braunen Glase schmelzen. Die Olivine zeigen Zersetzungsproducte, während der Augit merkwürdig frisch ist; ersterer ist daher höchstens nur im Innern glänzend und u. d. M. durchsichtig, während die Rinde undurchsichtig und trübe ist. Durch diese Umwandlung ist jedoch nicht Serpentin gebildet worden, sondern hauptsächlich ein Gemenge von Magnesium- und Eisencarbonat, welches an verschiedenen Stellen der Durchschnitte mit rundlich-ovaler Begrenzung, concentrisch schalige Textur zeigend, beobachtet wird. Die Zersetzung ist dabei von Aussen gegen das Innere, aber nicht in regelmässiger Weise, sondern auf Sprüngen, Rissen und Hohlräumen vorgeschritten, so dass man u. d. M. in dem frischen Olivin die Zersetzungsproducte unregelmässig vertheilt sieht. Eine mechanische Trennung war nicht gut durchzuführen, mit der Q. J. wurden zwei Theile erhalten, worunter der eine die Bestandtheile der Grundmasse, der andere Magnetit, Olivin, Augit enthielt. Olivin und Augit, wovon der erstere hier ausnahmsweise weit eisenreicher ist, als der letztere, lassen sich mit dem E. M. bei schwachem Strome nicht einmal annähernd trennen. Auch die kleinen Augite der Grundmasse waren sehr schwer von den obigen Bestandtheilen derselben zu scheiden, so dass die erhaltenen Resultate keine befriedigenden sind. Die Mengen des

Olivins und Augits verhalten sich gegenüber dem Nephelin (mit kleineren Augiten gemengt) wie 6 : 4. Aus der Analyse berechnen sich übrigens 25 Perc. Nephelin, aus dem Kohlensäuregehalt circa 25 Perc. zersetzten Olivin, dazu 6 Perc. Magnetit (durch die Magnetnadel ausgezogen), es verbleiben demnach 44 Perc. Augit, und man hätte als approximative Formel $N_4$ $Ol_4$ $Ag_7$ $Mn_1$.

Die Grundmasse, welche auch hin und wieder Zersetzungsproducte zeigt, besteht aus grösseren, wasserhellen Nephelinkrystallen, welche einige Mikrolithe aufweisen, Augitleisten und Magnetit. Das Gestein ist demnach ein nephelinarmes, ob glasige Basis vorhanden, liess sich nicht mit Sicherheit bestimmen, jedenfalls kann sie nur in geringer Menge auftreten. Eine Analyse dieses Gesteins, sowie des Olivins wurde von Herrn F. Kertscher ausgeführt, während die Augit-Analyse von mir selbst stammt.

| | Bausch-Analyse | Augit | Olivin |
|---|---|---|---|
| $Si\,O_2$ | 40·13 | 40·81 | 29·37 |
| $Al_2\,O_3$ | 16·17 | 14·24 | — |
| $Fe_2\,O_3$ | 5·71 | 7·89 | — |
| $Fe\,O$ | 8·89 | 5·95 | 20·79 |
| $Ca\,O$ | 10·99 | 16·01 | — |
| $Mg\,O$ | 7·05 | 14·35 | 26·56 |
| $K_2\,O$ | 1·22 | — | — |
| $Na_2\,O$ | 4·10 | 0·61 | — |
| $C\,O_2$ | 5·97 | — | 20·52 |
| $H_2\,O$ | 0·97 | — | 2·68 |
| | 101·20 | 99·86 | 99·92 |

3. Dichte nephelinärmere Gesteine. — Ein ganz dichtes Gestein von Porto Formoso an der Ostküste von S. Th., welches durch schöne säulenförmige Absonderung ausgezeichnet ist, besteht aus einem gleichmässigen Gemenge von gelbem Augit mit nicht viel wasserhellem Nephelin in Krystalldurchschnitten, und farbloser Glasbasis. Einige grössere Olivine erscheinen eingesprengt in diesem Gemenge; Magnetit ist häufig. Hieher gehört ein Gestein von R. Patas am Westabhange des Thalkessels, ein ganz dichtes augitreiches Gestein, ferner ist als Fundort zu nennen der Pico Lasnas, wo ein dichtes dunkles Gestein vorkommt, dessen spärliche Olivine durch das sporadische Vorkommen von Glaseinschlüssen ausgezeichnet sind, dann die Chada Lacrin, deren Gesteine durch grössere braune Hornblendekrystalle sowie durch

etwas Biotit charakterisirt sind, welche den Augit theilweise vertreten; dann der M. Batalha (Mayo), die Tarrafalbai, S. A., die R. da Torre, S. A., mit sehr olivinreichem und auch biotitführendem Gestein. Solche Gesteine finden sich auch an der R. Fria, R. Pinta und vielen anderen Punkten der Insel S. Antao, und haben sich solche nephelinarme Basalte sehr stark an dem Aufbau der vulcanischen Massive betheiligt.

Bei einigen dieser Gesteine ist der Nephelin in so geringer Menge vorhanden, dass Mittelglieder zwischen Nephelinbasalt und Limburgit entstehen, indem in vielen der Nephelin zum accessorichen Gemengtheil herabsinkt. Solche Felsarten sind auf den Capverden recht verbreitet, so z. B. im Tarrafalthale, S. A., dichte dunkle Gesteine mit einigen Olivineinsprenglingen, welche u. d. M. sehr viel röthlichen oder gelblichen Augit neben einigen selteneren unregelmässig begrenzten Nephelinen zeigen; Magnetit ist darin gewöhnlich sehr verbreitet, ferner sind nephelinarme augitreiche Gesteine zu nennen, welche an der Chada Lagoinha und am Moro Spadana, S. A., vorkommen, und welche nur wenige Olivinkörner enthalten. Am Rio P r a t a, S. Th., tritt auch ein sehr nephelinarmes Gestein auf, das grössere braungeränderte Olivine und gelbe Augite porphyrartig eingesprengt in einer Grundmasse enthält, welche vorwiegend Augit und Magnetit zeigt, daneben Spuren von Glasbasis. Auffallend bei diesen nephelinarmen Gesteinen ist, dass sie sich von den übrigen Nephelinbasalten hauptsächlich dadurch unterscheiden, dass Olivin oder vielmehr namentlich der Pyroxen auf Kosten des Nephelins zunimmt, während die glasige Basis weniger überhand nimmt, diese ist bei einigen Fällen sogar nur sporadisch vorhanden, und neigen solche Gesteine mehr dazu, in ein hauptsächlich aus Augit, Olivin, Magnetit bestehendes Gemenge überzugehen, wobei aber der Olivin nur selten als mikroskopischer Gemengtheil erscheint.

Vergleicht man den Nephelinit mit den Nephelinbasalten, so hat man vollkommene Uebereinstimmung der meisten der letzteren mit dem vierten Typus der früher beschriebenen nephelinreicheren oder auch mit den nephelinärmeren Gesteinen, und unterscheiden sich die Vertreter dieser beiden Reihen nur durch den Olivingehalt. Dagegen fehlen die Typen 1, 3 der Nephelinite unter den Nephelinbasalten gänzlich.

## Limburgit.

Die Limburgite oder Magmabasalte sind auf den Capverd'schen Inseln stark vertreten. Weder in ihrem äusseren Habitus noch in ihrer Mikrostructur erinnern sie aber an das von Rosenbusch beschriebene Gestein von der Limburg, denn vor Allem fehlt ihnen der hohe Gehalt von Olivin; dieses Mineral fehlt zwar nirgends und ist von wesentlicher Bedeutung, aber seine Menge ist nur selten eine beträchtliche, oft aber eine ganz unbedeutende, während der Augit den vorherrschenden Gemengtheil abgibt, die Glasbasis dagegen mehr untergeordnet, in manchen Gesteinen sogar nur spurenweise auftritt. Was nun diese selbst anbelangt, so ist sie sehr häufig dem Nephelin in chemischer Hinsicht entsprechend, in manchen Fällen scheint sie die Elemente des Plagioklas und des Nephelins, oder nur des Plagioklases zu enthalten. Es sind also diese Limburgite am meisten den Nephelinbasalten und Basaniten, oder auch den Feldspathbasalten verwandt.

Der Olivin ist meistens ein eisenreicher, daher auch leicht schmelzbarer, er kommt sowohl in Krystallen, als auch in Körnern vor, welche oft sehr frisch, andermal aber braunen oder lichtgrünen Rand und Umwandlung in Eisenoxyde oder in Serpentin zeigen; sehr häufig erscheinen Bruchstücke von Krystallen, wie denn Zerbrechungen und Einbuchtungen durch die Grundmasse häufig zu beobachten sind. Der Augit zeigt röthliche und nelkenbraune, hie und da gelbe Farbentöne, und schwachen Pleochroismus; die grösseren sind schalenförmig. Häufig sind Zwillinge. Von Einschlüssen sind Magnetit, Glas und Mikrolithe, Opacit zu nennen. Neben den grösseren, porphyrartig eingesprengten, kommen auch kleine Nadeln und Leisten vor, die aber nicht immer mit jenen identisch zu sein scheinen; die grösseren Augite sind sehr schwer schmelzbar und enthalten keine beträchtliche Menge von Alkali. Glimmer tritt nur selten auf, Hornblende fehlt gänzlich. Die Glasbasis ist in weitaus den meisten Fällen lichtbraun oder lichtgelb, seltener wasserhell und farblos. Bald zeigt sie mikrolithische Entglasungsproducte, was hauptsächlich bei der farblosen Basis der Fall ist, bald ist sie globulitisch gekörnelt. Sie ist meistens ganz oder wenigstens zum Theil in conc. $HCl$ löslich, oft gelatinirt sie mit Säure, oft ist sie nur unter Abscheidung von Kiesel-

9*

pulver löslich. Schliffe mit Salzsäure behandelt, lassen bei manchen Gesteinen die Bildung von $Na\,Cl$-würfelchen beobachten. Magnetit ist gewöhnlich in grossen quadratischen Durchschnitten zu bemerken. Auch Apatit kommt vor.

G e s t e i n v o n T a r r a f a l. Unter den Basaltströmen, deren Ausläufer sich von Malaguetta gegen Tarrafal, S. Th., ergossen haben, wurde östlich von diesem Fundorte ein aus Limburgit bestehender gefunden, der dichte schwarze Grundmasse mit wenigen Olivinen zeigt. Dieses Mineral kömmt in Schliffen in farblosen, ideal reinen, gelbumrandeten, grossen Krystallen vor. Der Augit, der den Hauptbestandtheil bildet, findet sich in kleineren einfachen Krystallen und Nadeln, auch dieser ist ziemlich frei von Einschlüssen, es sind hier durchwegs einfache Krystalle. Magnetit in quadratischen Durchschnitten ist in mässiger Menge vorhanden. Die braune Glasbasis ist hier in recht beträchtlicher Menge vorhanden. Sie zeigt globulitische Entglasung und tritt in grösseren fetzenartigen Partien auf. Sie ist in conc. $HCl$, sowie in kalter $H\,F$ löslich. Mit $HCl$ geätzte Schliffe zeigen nur äusserst wenige Chlornatriumwürfelchen, dagegen zahlreiche andere Chloride. Die qualitative Analyse des löslichen Theiles (nach Sonderung von Olivin und Magnetit) ergab wenig Thonerde, etwas Eisen, sehr viel Kalk, etwas Magnesia, wenig Natron und Kali, und zeigen diese Versuche, dass namentlich die Elemente eines Plagioklas und zwar eines sehr kalkreichen, in der Basis stecken, die des Nephelins dürften seltener sein. Damit stimmen auch die Resultate der von mir ausgeführten Analyse überein, welche ergab:

| | |
|---|---|
| $Si\,O_2$ | 42·69 |
| $Al_2\,O_3$ | 14·14 |
| $Fe_2\,O_3$ | 15·86 |
| $Ca\,O$ | 11·59 |
| $Mg\,O$ | 9·06 |
| $Na_2\,O$ | 3·12 |
| $K_2\,O$ | 1·75 |
| $H_2\,O$ | 1·71 |
| | 99·92 |

Ganz ähnlich wie dieses Gestein ist eines von der C h a d a f a l c a o mit ziemlich stark hervortretender brauner Basis, welche stabförmige Entglasungsproducte zeigt. Der Olivin tritt sehr spo-

radisch auf und steht daher derselbe in Beziehung zu den Pyroxeniten. Wenig Olivin und nur in Bruchstücken, zeigt ein röthliches Gestein vom Faxokrater, S. Th., welches nelkenbraune kleine Augite und etwas lichtbraune Glasbasis aufweist. Ein schlackiges poröses, schwarzes Gestein vom Monte Silva, S. A., zeigt auch einzelne makroskopische blaue Haüyne.

Gestein von der Cova. — Sehr viel Aehnlichkeit mit dem erwähnten Gestein hat ein solches vom Covakrater, doch zeigt es ausser den zahlreichen grösseren Olivinen auch noch grosse Augitkrystalle, welche in einer dichten blauschwarzen Grundmasse liegen. U. d. M. erscheinen erstere ziemlich rein, sind aber durch Eindringen der Grundmasse häufig zersprengt, eingebuchtet, wodurch sie oft die bizarrsten Formen erhalten. Kleine mikroskopische Olivine erweisen sich als Bruchstücke grosser. Der Augit in regelmässigen Durchschnitten, meist nicht pleochroitisch, enthält viel Glas und Magnetit. Die Grundmasse, welche vorherrscht, erweist sich als ein Gemenge von kleinen Augitkrystallen mit Glasbasis und ziemlich viel Magnetit. Die lichtbraune, übrigens mehr untergeordnet auftretende Glasbasis zeigt viele kleine, dunkle, oft sternförmig angeordnete Stäbchen, und viel Körner, sie ist in *HCl* nicht ganz löslich, der zersetzte Theil enthält wenig Thonerde, dagegen viel Kalk, daher auch hier die Elemente eines Plagioklas wahrscheinlich sind.

Porphyrartige Gesteine. — Ein Gestein von einem secundären Krater von S. Cruz, S. Th., stammend, zeigt zweierlei Augite, röthliche, welche oft Schalenstructur aufweisen zum Theil recht gross sind, und von denen einzelne polysynthetische Zwillinge sind, und kleine gelbe Krystalle. Die grösseren Augite sind wie die Olivine häufig von der Grundmasse zerrissen; letzteres Mineral ist sehr sporadisch. Die Glasbasis ist schmutziggelb, etwas zersetzt und zeigt globulitische Entglasungsproducte. Ebenfalls porphyrartig durch grosse Augite ist ein Gestein vom Südabhang des Topo gegen Tarrafal mit untergeordneter Basis und massenhaften kleinen Augiten, sowie ein solches vom Cailhao, S. V. Hierher ist auch zu stellen ein Gestein vom R. Prata, welche grosse Olivine und Augite enthält, wobei zu bemerken ist, dass nur die ersteren Einbuchtungen durch die Grundmasse erlitten haben. Die Grundmasse besteht auch hier aus viel Augit,

brauner zersetzter Glasbasis und Magnetit; die Aetzung mit *HCl* ergab viel Chlornatriumwürfel, und dürfte dieses Gestein wohl den Nephelinbasalten verwandt sein; dafür spricht auch die beobachtete Abscheidung von gelatinöser Kieselsäure.

Ein Gestein vom Südabhange des Pico da Cruz zeigt sehr reichlichen Olivin in farblosen Krystallen und Bruchstücken, verhältnissmässig weniger Augit, dann Magnetit in quadratischen Durchschnitten und eine lichtbraune Basis mit stabförmigen Entglasungsproducten, die mitunter radiale Anordnung zeigen, in ziemlich beträchtlicher Menge. Wegen seines Olivinreichthums und dem grossen Gehalt an Basis nähert sich dieses Gestein noch am meisten dem echten Limburgit.

Die bisher betrachteten Gesteine zeigen gefärbte Basis; unter den Gesteinen mit farbloser Basis ist zu erwähnen ein gangförmig in der R. d'Alto Mira auftretendes Gestein, welches viel braunumrandeten Olivin enthält, wobei oft ein Durchschnitt sich aus einer Anzahl von Körnern zusammengebacken erweist. Der Augit und auch der Magnetit sind ziemlich häufig vorhanden. Die Glasbasis gekörnelt, hin und wieder stabförmige undurchsichtige Mikrolithe zeigend, ist ebenfalls in nicht geringer Menge vertreten. Sie gelatinirt mit Säuren, enthält viel Thonerde und Eisen, dürfte also die Bestandtheile des Nephelins enthalten. Ferner ist hieher zu stellen ein gangförmiges Gestein vom Faxokrater mit grossen grünumrandeten Olivinen, welches untergeordnete farblose Glasbasis in geringer Menge enthält. Ein anderes vom Malaguettapic enthält ebenfalls grosse Olivine und Augite, dann braune Glimmerschüppchen, welche aber nicht sporadisch auftreten, sondern stellenweise dicht gedrängt zusammenliegen. Die Glasbasis, in nicht geringer Menge vorhanden, zeigt farblose Mikrolithe.

Porphyrartiges Gestein aus dem Orgaosthal. Dieser Basalt enthält viele grössere farblose Olivine, welche durchwegs Bruchstücke sind, ferner rosafarbene, nicht pleochroitische rissige Augitkrystalle und Körner, mit viel Magnetit, Glas und Mikrolithen, dann Biotit entweder in grösseren fetzenartigen Partien oder in Aggregaten dicht gedrängter kleiner Blättchen, sowie zahlreiche grössere Magnetite. Die Grundmasse, in welcher

diese Einsprenglinge liegen, besteht weitaus zum grössten Theil aus kleinen röthlichen Augitleisten und Körnern, zwischen denen in nicht geringer Menge, wasserhelle farblose Glasbasis erscheint, welche sehr reich an langen, sehr schmalen Nadeln ist, stellenweise aber auch globulitische Entglasungsproducte zeigt. Die Existenz von Nephelin konnte nicht nachgewiesen werden. Die Glasbasis ist auch hier in Salzsäure löslich, gibt sehr viel *Na Cl* nebst andern Kryställchen, sie enthält viel Kalk und Natron, und dürften darin namentlich die Elemente des Nephelins neben denen des Plagioklases enthalten sein, daher das Gestein den Tephriten verwandt ist. Eine Analyse, welche Herr F. Kertscher ausführte, ergab:

| | |
|---|---|
| $SiO_2$ | 40·28 |
| $Al_2O_3$ | 18·18 |
| $Fe_2O_3$ | 17·07 |
| $CaO$ | 13·53 |
| $MgO$ | 5·32 |
| $K_2O$ | 1·43 |
| $Na_2O$ | 4·38 |
| Glühverlust | 1·20 |
| | 101·39 |

Limburgite mit accessorischem Nephelin. Die zwei folgenden Gesteine enthalten neben der glasigen Basis auch etwas deutlich bestimmbaren Nephelin, sie reihen sich den nephelinarmen Nephelinbasalten an; das eine stammt ebenfalls vom Orgaosthal, und zeigt u. d. M. grössere Olivine, Krystalle und Bruchstücke, welche Einschlüsse von Magnetit und Glimmer enthalten, ferner grosse röthliche Augite mit sehr viel Magnetit, und Biotit in röthlichbraunen grossen Durchschnitten. In der Grundmasse ist der Augit am häufigsten, dann tritt auch etwas Nephelin als accessorischer Gemengtheil, in durch den Augit gegebener unregelmässiger Begrenzung, Magnetit und farblose Glasbasis auf.

Sehr nephelinarm ist ein Gestein vom Salto prieto mit grossen Augiten und Olivinen und nicht wenig braunem, in fetzenartigen Partien auftretendem Glimmer; in der aus Augit, Magnetit und etwas Glasbasis bestehenden Grundmasse tritt auch stellenweise

Nephelin in unregelmässig begrenzten Durchschnitten auf. Einen besonderen Typus repräsentirt das

Gestein von der Pedra Molar, S. A. — Es besteht aus Olivin, Augit, Glasbasis und einigen sehr untergeordnet auftretenden Plagioklaskrystallen, wahrscheinlich auch aus einigen, indessen nicht mit Sicherheit constatirbaren Nephelinkörnern. Es reiht sich das Gestein am besten hier an, da mit Bestimmtheit die Zugehörigkeit zum Basanit nicht behauptet werden kann. Die Structur ist die porphyrartige, die Grundmasse dabei den Einsprenglingen — Augit, Olivin — gegenüber nur untergeordnet. Beide Gemengtheile sind sehr frisch, letzterer meistens in Körnern, enthält nur wenig Einschlüsse von Magnetit, wohl aber viel Gasporen. Der Augit ist ebenfalls sehr frisch, u. d. M. lichtgelb, nicht pleochroitisch, seine A. Sch. in der Symmetrie-Ebene beträgt circa 39°, seine Schmelzbarkeit ist eine sehr hohe. Von Einschlüssen ist nur Magnetit zu erwähnen. Eine vollständige Trennung der beiden Mineralien Olivin und Augit, war wegen des fast gleichen specifischen Gewichtes und auch des Eisengehaltes, nicht durchführbar, daher auch die quantitative Zusammensetzung nicht bestimmt werden konnte.

Diese beiden, porphyrartig eingesprengten, in grossen Krystallen oder Körnern (letzteres gilt namentlich für Olivin), vorkommenden Mineralien bilden die Hauptmasse des Gesteines; zwischen denselben sieht man u. d. M. eine untergeordnete Grundmasse, welche hauptsächlich aus kleinen röthlichen Augitkrystalloiden besteht, dann aber farblose, wasserhelle Glasbasis enthält, die lange dünne, farblose Nadeln als Entglasungsproducte aufweist; ferner wurden darin einige wenige Plagioklasleisten mit deutlicher polysynthetischer Zwillingsbildung bemerkt. Einige kleine rundliche Durchschnitte dürften vielleicht dem Nephelin angehören. Magnetit ist nicht häufig, einzelne Apatite wären noch zu erwähnen.

Aus diesem Gesteine wurden die grösseren Augite und Olivine mit der Loupe ausgeklaubt und mit dem Magnetstabe vom Magnetit befreit, dann mit der Lösung von etwa anhaftenden Grundmassetheilchen gesondert. Die drei Analysen wurden von Herrn F. Kertscher ausgeführt:

| | Bauschanalyse | Augit | Olivin |
|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 41·12 | 46·94 | 39·33 |
| $Al_2O_3$ | 10·17 | 5·67 | 1·24 |
| $Fe_2O_3$ | 2·60 | 6·18 | — |
| $FeO$ | 9·82 | 5·43 | 15·63 |
| $CaO$ | 14·90 | 17.83 | — |
| $MgO$ | 13·34 | 14·18 | 43 88 |
| $K_2O$ | 2·27 | — | — |
| $Na_2O$ | 6·61 | 1·83 | — |
| Glühverlust | 0·67 | — | — |
| | 101·50 | 98·06 | 100·08 |

## Pyroxenit.

Neben den, aus Olivin, Augit, Glasbasis bestehenden Basalten, die man als Magmabasalte bezeichnet hat, finden sich auf den capverd'schen Inseln auch Gesteine, die man als olivinfreie Magmabasalte bezeichnen könnte. Der Name Magmabasalt scheint mir aber nicht glücklich gewählt, ebensowenig wäre der Name Hyalomelan passend, der jedenfalls etwas anderes, nämlich ein vorwiegend aus Glas bestehendes Gestein bezeichnet, was aber die meisten Magmabasalte durchaus nicht sind. Daher ist auch der Name Glasbasalt, den ich dem Namen Magmabasalt noch vorziehen würde, für diese Gesteine ebenfalls nicht zutreffend, da Glas oft mehr untergeordnet auftritt. Ich kann daher Rosenbusch nur zustimmen, wenn er für die olivinführenden, deren ältere Repräsentanten die Pikrit-Porphyre sind, den Namen Limburgit gewählt, welcher ganz indifferent ist; ist aber der Name Limburgit angenommen, so muss die olivinfreie Abtheilung einen eigenen Namen erhalten, denn sie als olivinfreie Limburgite zu bezeichnen, wäre ein Unding. Da in diesen der Pyroxen der wichtigste und meistens ungemein verbreitete Gemengtheil ist, so scheint mir der Name Pyroxenit[1]) für solche Gesteine passend.

---

[1]) Dieser Name ist in vorläufiger Mittheilung von Jouyovitch für ein ähnliches Gestein aus den Anden vorgeschlagen worden, welches aus Augit, Titanit, Glasbasis und Magnetit besteht. Doch ist ein solcher Pyroxenit aus Canaria nach Rosenbusch (N. J. F. M, 1881, p. 58) nur Tephrit. Ich hatte übrigens den Namen schon gewählt, ohne Kenntniss von jener Arbeit zu haben, und bleibt es auch ganz gleichgiltig, ob jene Andengesteine wirklich hieher gehören oder nicht.

Der Pyroxenit besteht aus Augit, Glasbasis, Magnetit, wozu noch accessorisch Haüyn, selten Plagioklas, Nephelin, Olivin kommen, welche dann den Uebergang zu den anderen entsprechenden Basaltgesteinen vermitteln. Was die Natur der Basis anbelangt, so ist sie wie bei den Limburgiten entweder gelbbraun oder farblos; erstere ist stark eisenhaltig, aber auch in der letzteren fehlt Eisen nicht ganz; dem Magnesiagehalt, der oft nicht ganz unbedeutend ist, nach, wären auch die Elemente des Augites in der Basis vorhanden, und zwar ebenso bei farblosen als bei gefärbten, ferner findet man die Elemente des Nephelins und wohl auch des Plagioklas darin, dem Plagioklas allein scheint sie niemals zu entsprechen. Es würden demnach wahrscheinlich die Tephrite oder die Nephelinite den Pyroxeniten am nächsten stehen, wie diess auch bei den Limburgiten der Fall war. Es ist dies übrigens nicht so leicht zu entscheiden, denn auch die Behandlung in Salzsäure gibt nicht immer ein sicheres Resultat. Daher scheint es mir nicht sehr zweckmässig, die Limburgite oder Pyroxenite in die verschiedenen Basaltgruppen, Plagioklasbasalt, Nephelinbasalt etc. als glasige Ausbildung derselben unterzubringen, was vielleicht Manche zu thun geneigt wären.[1])

Was nun die Bestandtheile dieser Gesteine anbelangt, so ist der Pyroxen sehr ähnlich dem der Nephelinbasalte und Limburgite, hie und da tritt er porphyrartig, meistens aber nur in kleineren gelben oder röthlichen Individuen auf; die Glasbasis verhält sich, wie bei den Limburgiten, verschieden. Man kann Gesteine mit brauner, und solche mit farbloser Basis unterscheiden.

Zu den Pyroxeniten mit gefärbter Basis gehört vor Allem ein Gestein vom Fusse des Topo, welches äusserlich dicht und hart ist, und nur einzelne grössere Augite zeigt. U. d. M. sieht

---

[1]) Es wäre von grossem Interesse zu wissen, ob ältere Vorläufer des Pyroxenites existiren. Ein solcher könnte aber nur in der Abtheilung der Plagioklasgesteine gesucht werden, da ja ältere Nephelingesteine sehr selten sind. Bei Predazzo und am Monzoni finden sich in der That auch Gesteine, welche fast ausschliesslich aus Pyroxen, Biotit, Magnetit und aus accessorischem Feldspath zusammengesetzt sind. Auch das p. 79 beschriebene Gestein von S. V., hauptsächlich aus Augit und Biotit bestehend, könnte als solcher gelten. Unter den Auswürflingen von S. A. finden sich sehr viel körnige Aggregate, die ihrer Zusammensetzung nach zu den Pyroxeniten gehören.

man in einer reichlichen, lichtbraunen Glasbasis viele Augitdurchschnitte, von der gewöhnlichen Form, oder Bruchstücke darstellend, meistens einfache Individuen, seltener Zwillinge, die viele Einschlüsse von Magnetit, Mikrolithen und Glasbasis zeigen. Ihre A. Sch. ist die des gewöhnlichen Augites, sie sind von lichtgelber Farbe und pleochroitisch. Die Basis zeigt an verschiedenen Punkten oft verschiedene Färbung vom dunkelbraun bis zum lichtgelb; man entdeckt in ihr ausser kleinen Augitmikrolithen und stabförmigen Entglasungsproducten auch massenhafte Globulite. Sie wird durch Säure wenig angegriffen.

Sehr schöne Pyroxenite finden sich an den Kegeln der Chada Lagoa, es sind meistens pechschwarze Gesteine mit Hohlräumen, welche in einigen Fällen Carbonate als Zersetzungsproducte aufweisen. Die dichte Grundmasse enthält keinerlei Mineralausscheidungen; u. d. M. zeigt sie kleinere weingelbe Augitleisten, welche in grosser Anzahl wirr durcheinanderliegen, Magnetit in nicht häufigen quadratischen Durchschnitten und nicht wenig Glasbasis von lichtbrauner bis blassgelber Färbung, welche in grösseren Fetzen erscheint, und in der farblose Augitmikrolithe liegen. Sonst enthält sie auffallend wenig Entglasungsproducte, nämlich einige dunkelbraune Stäbchen. Noch wäre zu erwähnen Eisenglimmer, der in winzigen, durchsichtigen rundlichen Täfelchen vorkommt. Mit Salzsäure behandelt, wird das Gesteinspulver wenig zersetzt. Die Lösung ergibt namentlich Thonerde und Natron, also die Elemente des Nephelins, aber die Menge des zersetzten Theiles ist auffallend gering; leider lässt sich die Zusammensetzung des unlöslichen Theiles nicht bestimmen.

Ein anderes Gestein von dem kleinen Krater Lagoinha ist mehr porös, schlackig, zeigt aber dieselbe Zusammensetzung und Structur, nur tritt hier etwas blauer Haüyn als accessorischer Gemengtheil auf. Ein weiteres Gestein vom Morro dos Ladroes, am Südabhange des Topoplateaus ist äusserlich vollkommen dicht, und zeigt ganz ähnliche Structur wie das Gestein der Lagoa, hat aber einzelne grössere Augite neben den kleinen gelben Leistchen; die braune Basis wird an dünnen Stellen oft fast farblos, sie ist ebenfalls sehr arm an Entglasungsproducten, von denen nur einzelne Trichite, oft radial angeordnet, zu erwähnen wären; mit Säuren behandelt zeigen Schliffe dieses Gesteines gelatinöse

Kieselsäure und viele kleine Chlornatrium-Würfelchen, es ist also die dem Nephelin entsprechende Verbindung vorhanden. Im Gesteinspulver lässt sich aber ausserdem nicht wenig Kalkerde und etwas Magnesia nachweisen, so dass die Existenz der Plagioklaselemente wohl vermuthet werden kann. Ein Gestein vom Campo grande ist ganz ähnlich; auch die Basis dieses Gesteines ist in *HCl* löslich und enthält die Elemente des Nephelins. Die Verbreitung ähnlicher Pyroxenite auf dem Plateau des Topogebirges ist keine geringe, bei fast allen ist die Basis löslich. Die bisher betrachteten Gesteine zeigen braune Basis, eine Anzahl derselben enthält dagegen eine wasserhelle, farblose Glasbasis.

Ganggestein vom Madeiral, S. V. — Aeusserlich dicht, von dunkelgrauer bis schwarzblauer Färbung zeigt es u. d. M. viel Augit in lichtgelben nicht pleochroitischen Krystallen von geringen Dimensionen, welche meistens einfache Individuen sind und wirr durcheinanderliegen. Die wasserhelle farblose Basis zeigt wenig Entglasungsproducte, darin der braunen Basis einiger früher erwähnter Gesteine ähnlich. Es erscheinen stellenweise farblose, manchmal an einem Punkte sich häufende, manchmal parallel angeordnete farblose Mikrolithe, dann schlauchähnliche oder dendritische Gebilde, an einigen Stellen auch sternförmig gruppirte Trichite. Magnetit ist reichlich vorhanden, auch Haüyn in kleinen hexagonalen oder quadratischen Durchschnitten mit dunklem Kern, farblosem Rande, oft mit den bekannten dunklen Strichen, ist nicht selten. Grössere Augite fehlen; Biotit ist nur in kleinen lichtgelben Fetzen zu beobachten.

Von diesem Gesteine habe ich eine Bauschanalyse (I) durchgeführt, ferner wurde der durch mehrstündige Behandlung mit conc. *HCl* erhaltene lösliche Theil (II) untersucht:

| | I | II | |
|---|---|---|---|
| $Si\,O_2$ | 40·95 | 42·91 | |
| $Al_2\,O_3$ | 24·19 | 24·06 | |
| $Fe_2\,O_3$ | 9·51 | 11·26 | |
| $Ca\,O$ | 10·99 | 12·10 | |
| $Mg\,O$ | 5·11 | 2·01 | |
| $Na_2\,O$ | 5·69 | 4·89 | |
| $K_2\,O$ | 1·89 | 1·92 | |
| $H_2\,O$ | 1·62 | 0·85 | (Differenz) |
| $S\,O_3$ | spur | spur | |
| | 99·95 | 100·00 | |

Die Menge des in conc. Salzsäure unlöslichen Theiles (Augit) beträgt 32 Perc. der Gesammtmasse; der hohe Kalkgehalt im löslichen Theil weist auf die Existenz eines basischen Feldspathes neben dem Nephelin hin.

Gestein vom Monte Penoso. — Ein anderes Gestein stammt vom Monte Penoso, Mayo. Aeusserlich ist es vollkommen dicht. U. d. M. zeigen sich ausser grösseren, röthlichen Augiten meistens sehr kleine Augitleisten und farblose, an Mikrolithen und Körnchen reiche Basis. In dickeren Schliffen sieht man oft um einen grösseren, dunklen, runden Kern, eine farblose Hülle, welche mit Mikrolithen angefüllt ist, die kranzförmige Anordnung zeigen; bei oberflächlicher Betrachtung könnte man an Leucit glauben, aber bei näheren Studien sieht man namentlich in dünnen Schliffen dass nicht nur runde, sondern auch elliptische nahezu quadratische, langgestreckte, ganz unregelmässige Durchschnitte, eine solche parallele Anordnung der Mikrolithe zeigen, gewöhnlich findet sich dann in der Mitte ein dunkler Haufen kleiner Mikrolithe um einen grösseren Augit und Magnetit; an keiner Stelle sind Spuren von Interferenzfarben zu beobachten. Die farblose Basis, welche in diesem Gesteine die Hauptmasse bildet, tritt als Substrat auf, in welchem die kleinen lichtgelben Augitmikrolithe, sowie auch winzige Körnchen zerstreut herumliegen; Magnetit ist reichlich in grösseren quadratischen Durchschnitten und kleinen Körnchen vorhanden. Ganz accessorisch finden sich sporadische Leisten von Feldspath (wahrscheinlich Orthoklas oder Oligoklas). Auch einzelne Biotite von gelbbrauner Farbe in sehr kleinen Fetzen treten auf. Mit Salzsäure geätzt zeigen die Schliffe neben anderen Krystallbildungen auch Kochsalzwürfelchen; behandelt man Gesteinspulver mit conc. $HCl$, so wird dasselbe zum grössten Theile zersetzt unter Abscheidung von pulveriger und gelatinöser Kieselsäure, es ergibt die Lösung viel Thonerde, Natron, Kalk und auch Magnesia, aber nur wenig Kali. In dem löslichen Theile wurden die Alkalien bestimmt; sie betrugen für $Na_2O$ 4·52 und für $K_2O$ 0·89 Perc. der Gesammtmasse. Der lösliche Theil des Gesteines beträgt 84 Perc., darin sind (auf den löslichen Theil allein berechnet) enthalten $K_2O = 5{\cdot}29$, $K_2O = 1{\cdot}04$. Die Bauschanalyse ergab:

| | |
|---|---|
| $SiO_2$ | 44·49 |
| $Al_2O_3$ | 22·94 |
| $Fe_2O_3$ | 7·90 |
| $FeO$ | 6·14 |
| $CaO$ | 5·75 |
| $MgO$ | 2·96 |
| $K_2O$ | 2·10 |
| $Na_2O$ | 5·36 |
| Glühverlust | 3·03 |
| | 100·67 |

Vergleicht man Bauschanalyse und die zwei Bestimmungen im löslichen Theil, so kommt man zu nahezu übereinstimmenden Resultaten, der Natrongehalt ist gegenüber dem Kaligehalt sehr vorherrschend. Da der $K_2O$-Gehalt im Gestein etwas grösser ist, als im löslichen Theil, so ist die früher gemachte Annahme, dass sporadischer Kalifeldspath vorhanden sei, wahrscheinlich, keinesfalls könnte Leucit vorliegen. In der Basis müssen übrigens auch die Elemente des Augites vorhanden sein, da der ganze Magnesiagehalt nicht von den mikroskopischen Augiten herrühren dürfte, es sei denn, dass die Augitmikrolithe durch Salzsäure angegriffen wurden. Einige Aehnlichkeit hat ein ebenfalls dichtes Gestein von dem benachbarten Monte Grande, welches jedoch jene Erscheinung der runden Kerne nicht zeigt; der Augit in kleinen gelben Leisten und Nadeln ist hier reichlicher vorhanden, als in dem eben genannten Gesteine, die Basis ist mikroskopisch ähnlich wie in diesem, sie enthält jedoch die Elemente des Nephelins, denn mit $HCl$ behandelt, gibt sie sehr viel gelatinöse $SiO_2$ und Kochsalz. Endlich wäre zweier Gesteine zu erwähnen, die sehr viel Aehnlichkeit mit den bisher besprochenen haben, aber kleine Mengen von Nephelin enthalten. Das eine stammt von der Chada Balbo, ist sehr augitreich, hat farblose, an Mikrolithen reiche Glasbasis, und an manchen Stellen etwas Nephelin in unregelmässig begrenzten Durchschnitten. Magnetit ist häufig. Aehnlich ist ein augitreiches Gestein, welches im südöstlichen Theile von S. V. sehr häufig ist. Es enthält eine farblose, sehr mikrolithenreiche Basis, die aber oft zersetzt ist und Ausscheidungen von strahligen Zeolithen, sowie von Calcit zeigt, es konnte nicht mit

Sicherheit entschieden werden, ob nicht auch etwas Nephelin vorhanden ist. Magnetit ist nicht wenig vorhanden. Apatit tritt accessorisch auf. Etwas Nephelin enthält auch ein sonst aus Glasbasis und Augit bestehender Basalt von Tarrafal (S. A).

Gestein aus dem oberen Picosthale. — Das folgende Gestein wird anhangsweise hier angereiht, da es durch Vorherrschen von Glasbasis sich von den Tephriten, zu denen man es allenthalben stellen könnte, unterscheidet. Aeusserlich ist es vollkommen dicht, schwarz, fast pechsteinähnlich; u. d. M. zeigt sich als wichtigster Gemengtheil der Augit in regelmässigen, nicht pleochroitischen Durchschnitten, von gelblicher Färbung, welche etwas Magnetit enthalten, und nicht von grossen Dimensionen sind. Daneben erscheinen einzelne Plagioklasleisten aus zwei bis drei Lamellen bestehend, und eben solche Nepheline in farblosen Säulen oder rundlichen Durchschnitten, ebenfalls wenig Einschlüsse zeigend. Kleine Magnetitquadrate und Magnetitkörner sind sehr reichlich vertheilt. Die Glasbasis ist stark verbreitet, sie ist farblos, stellenweise etwas zersetzt, und enthält nur wenig Mikrolithe, hie und da auch sieht man darin winzige Körnchen, dendritische bräunliche Gebilde, schlauchähnliche Poren, aber an vielen Stellen ist sie vollkommen homogen. Eine mechanische Trennung gelingt wegen des grossen Gehaltes an allenthalben vorhandenem Magnetit nicht; es wurde von diesem Gesteine eine Bauschanalyse (I), sowie eine Partialanalyse des in Salzsäure löslichen Theiles (II) durch Herrn F. Kertscher ausgeführt.

| | I | II | |
|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 45·04 | 47·03 | |
| $Al_2O_3$ | 16·04 | 11·62 | |
| $Fe_2O_3$ | 7·10 | 18·85 | |
| $FeO$ | 8·23 | — | |
| $CaO$ | 10·19 | 11·17 | |
| $MgO$ | 4·46 | 2·57 | |
| $K_2O$ | 2·85 | 2·17 | |
| $Na_2O$ | 6·11 | 4·21 | |
| Wasser | 0·33 | 2·38 | (Differenz) |
| | 100·35 | 100·00 | |

Der unzersetzte Theil betrug 32 Perc.

## Tuffbildungen und Auswürflinge.

Solche sind namentlich auf der Insel S. A. vertreten, auf den übrigen sind sie weit seltener. Man muss echte Tuffe, Lapilli, Sande unterscheiden; erstere sind auch auf S. A. nicht gar häufig, dort dominiren die Schichten loser Bimsstein- und Lapilli-Bruchstücke, welche weite Strecken bedecken, oder es sind jene früher erwähnten Breccien und sandigen Tuffmassen, welche aus Augiten, Olivinkrystallen und Lapilli, die durch ein rothbraunes Bindemittel locker verbunden sind, bestehen, und die namentlich so häufig zwischen Aguas Caldeiras und der 'Chada Lagoinha auftreten; diese Massen sind brüchig und zerfallend, und es gelingt nicht, davon auch nur das kleinste Handstück zu schlagen. Ueber diese Tuffbildungen soll hier nur kurz berichtet werden.

Phonolith-Tuff. — Auf Mayo kommen eigenthümliche dunkle, geschichtete Gesteine vor, welche als secundäre Tuffe des Phonolithes bezeichnet werden könnten. Sie enthalten in der That Hornblende- und Augitnadeln, und Orthoklas-, Nephelinbruchstücke, wie dieser, und viele Umwandlungsproducte, worunter namentlich Calcit und Glimmer, welch letzterer ebenfalls den Eindruck einer secundären Bildung macht. Man kann Uebergänge von zersetztem Phonolith in geschichtete sandsteinähnliche Massen beobachten, und habe ich auch diese Bildungen auf der Karte als Phonolithtuffe und Sandsteine zusammengefasst, da es mir bei der Kürze der Zeit nicht möglich war, an Ort und Stelle die Sache näher zu untersuchen.

Bimsstein-Lapilli. — Die Bimssteine auf S. A. gehören ihrer Zusammensetzung nach zu den Phonolithen. Sie sind sehr häufig filzig, faserig, oft körnig und dann auch bröcklig zerfallend. U. d. M. zeigen sich diese Bimssteine als vollkommen homogene Gläser ohne jegliche Krystallausscheidung, ja nicht einmal Mikrolithe oder Belonite sind darin sichtbar, nur sack- und schlauchähnlich geformte, parallel angeordnete Poren und Körnchen treten massenhaft auf, und durchziehen in Schnüren den Schliff. Die chemische Analyse eines solchen Bimssteinbruchstückes vom Campo grande weist das Gestein zu den Phonolithen:

| | |
|---|---|
| $Si\,O_2$ | 51·61 |
| $Al_2\,O_3$ | 24·72 |
| $Fe_2\,O_3$ | 1·10 |
| $Ca\,O$ | 0·49 |
| $Mg\,O$ | spur. |
| $K_2\,O$ | 7·89 |
| $Na_2\,O$ | 8·35 |
| $S\,O_3$ | spur. |
| Glühverlust | 5·62 |
| | 99·78 |

Ein interessanter Tuff ist der vom Covaokrater. Er enthält grosse Haüyne, Augite, Olivin und Nephelin. Mikroskopisch entdeckt man darin Bruchstücke von verschiedenartigen Gesteinen, namentlich Nephelinit, mikrokrystallinem Nephelinbasalt, Pyroxenit, das Ganze cementirt von einem farblosen, dunkle Körner enthaltenden Glase. Ein lose zusammengebackener Sand aus dem Covakrater, welcher bankförmig geschichtet vorkommt, erweist sich u. d. M. als lockeres Aggregat von Augiten, Olivinen, Nephelinbasalt und einem vorherrschenden, gelbbraunen, dem Palagonitglas ähnlichen, augit- und auch olivinhaltigen gekörnelten Glasbasalte. Die Aehnlichkeit des letzteren mit einem von Dr. Hussak mir gezeigten Palagonit vom Köhlerberg bei Auel und einem zweiten von Gleichenberg, ist eine auffallende.

In der am Fusse des langen hohen Rückens von S. A. sich hinziehenden Ebene sind Bimssteine und braune Tuffe sehr häufig. Letztere sind weiche Gesteine mit vielen braunen Flecken, die u. d. M. viel frischen Augit, ganz in Eisenoxydhrat umgewandelten Olivin, und einen im ganzen Schliffe massenhaft auftretenden, radialfaserigen Zeolith, welcher, wie es scheint, das Zersetzungsproduct des früheren Bindemittel war, zeigen. Die Tuffe vom Orgaosthal und von der Chada falcao, S. Th., zeigen in einer rothbraunen glasigen Grundmasse, sehr viel gelbe Augite, doch gelingt es nicht genügend dünne Schliffe zu präpariren, um erstere näher zu untersuchen.

Olivinsande. — Interressant sind gröbere und feinere vulcanische Sande, die auf dem Kamme der Maroços, Chada Lagoa und in der Nähe des Topo zum Theil in Meter mächtigen Lagen vorkommen. Sie bestehen aus Olivin in Krystallen und Bruchstücken,

bald von dunkel- oder smaragdgrüner, bald von weingelber bis dunkelbrauner Färbung, ferner aus Augit, Hornblende, Plagioklas, ebenfalls in Krystallen und Splittern. U. d. M. lassen diese Mineralien, namentlich der durchsichtige Olivin eine Unmasse von Poren und Glaseinschlüssen erkennen, welche oft in Schnüren angereiht sind, andere Krystalle sind von einem Netzwerke kleiner, bizarr geformter, lichter Glaseinschlüsse durchzogen; sie zeigen ganz dieselben Erscheinungen, welche Penk beschrieben und abgebildet hat.[1]) In den Feldspathen erscheinen auch grössere Krystalleinschlüsse und feine Nädelchen, welch letztere sich auch im Olivin wiederfinden. Grössere Bruchstücke von reinem Glas fehlen jedoch. Erwähnenswerth ist die Beobachtung eines röthlichen Granatkornes.

Vergleicht man diesen Sand mit den Olivinbomben, so fällt sofort die Armuth letzterer an Glaseinschlüssen und Poren, sowie das Fehlen von Krystallen in denselben auf, der Olivin und Augit erscheinen nur in Körnern. Man hat es daher bei den Sanden nicht mit mechanisch zerkleinerten Olivinbomben zu thun, sondern man wird für erstere eine Bildung durch Zerstäubung annehmen müssen, wie für eine vulcanische Asche. Dieser Umstand spricht jedenfalls dafür, dass der Olivin nicht von praeexistirendem Olivinfels herstammt, sondern aus dem Magma selbst.

Was die Bildung des Olivins überhaupt anbelangt, so scheint mir die Annahme einer Ausscheidung, und zwar einer früheren, als die der übrigen Mineralien, jener Einschlusshypothese weit vorzuziehen zu sein. Auch die schönen Beobachtungen Becker's erklären nicht die Thatsache, dass, wie z. B. auf den Capverden, von dicht nebeneinander vorkommenden Gesteinen, wie Nephelinit und Nephelinbasalt, wie Tephrit und Basanit, die einen, Olivin führen, die anderen nicht, denn zwischen beiden existiren keine grossen Verschiedenheiten im Schmelzpunkte; um mir darüber Gewissheit zu verschaffen, habe ich einige Schmelzversuche mit grösseren Bruchstücken von Gesteinen ausgeführt und ergab sich, dass verschiedenartige Gesteine wie der olivinhaltige Basalt von R. Patas, der olivinhaltige Dolerit von S. V., Nephe-

[1]) Zeitschrift der d. geol. Gesellschaft, 1878. Taf. V, f. 23, 26, auch die zackigen Krystallsplitter f. 24, 25 sind beim Olivin zu beobachten.

linit von der Povaçao und Pyroxenit vom Lagoa fast ganz gleichzeitig in Weissgluth schmelzen, ja das letztere olivinfreie Gestein schmilzt früher, man kann daher nicht behaupten, dass in solchen Gesteinen der Olivin geschmolzen wurde, auch der Umstand, dass olivinfreie und olivinführende Gesteine nebeneinander vorkommen, spricht doch eher gegen das Vorkommen von Olivinfels, denn Gesteine mit sonstig verschiedener mineralogischer Zusammensetzung kommen ja sehr häufig nebeneinander vor. Ich glaube daher, dass, (wie ich dies für den Olivin der Laven des Monte Ferru beanspruchte) in dem Magma lange vor seinem Ausbruche Olivin sich, wohl in grösseren Massen, ausschied,[1]) und dann einzelne Brocken und Bruchstücke davon von dem flüssigen Magma selbst mitgerissen wurden, aber nur Magmen, welche ihrer chemischen Zusammensetzung nach entsprechen, können Olivin liefern.

Peridotite. — Unter den Aggregaten sind vor allem wegen ihrer Häufigkeit die Olivinbomben bemerkenswerth; namentlich ist dies der Fall auf S. Antao und Fogo. Gewöhnlich sind es Bruchstücke von Faustgrösse. Der Olivin hat darin weingelbe, seltener grüngelbe Färbung. DieStructur ist durchaus körnig, u. d. M. zeichnet sich der Olivin durch grosse Reinheit, und nur durch spärliches Vorkommen von Magnetit und Glas aus. Der Pyroxen, welcher nur sehr selten ist, zeigt sich in grösseren grünlichen Durchschnitten, es ist ein gewöhnlicher Thonerde-Augit. Der Olivin ist fast vollkommen unversehrt, und Serpentinisirung fast niemals bemerkbar. Solche Olivinbomben von verschiedenster Grösse finden sich auf S. A. auf der Kammhöhe zwischen Aguas Caldeiras und dem Salto prieto ungemein häufig, ebenso am Topo. Dunkelgelbe Olivinkrystalle finden sich in der Nähe des Vulcans Penella, S. A., sie sind zum Theil gut auskrystallisirt, und zeigen die Flächen $\infty P . \infty P \breve{\infty} . P . 2 P \breve{\infty}$ ., es sind wohl alles Auswürflinge. Am Pico da Cruz kommen körnige Aggregate, hauptsächlich aus blauem Haüyn in Körnern, sehr viel Augit, etwas Olivin und Magnetit bestehend, vor.

[1]) Wie dies Rosenbusch, Roth u. A. annehmen. — In den sardischen Laven beobachtete ich bei ungefähr gleichem Magnesiagehalte Vertretung von Olivin und Augit, so dass sich in den einen mehr Olivin, in den andern mehr Augit ausschied.

Augit-Krystalle. — Das Vorkommen loser Augite ist namentlich auf S. A. ein massenhaftes, Millionen solcher Krystalle oder Krystallbruchstücke finden sich mit Hornblende und Glimmerkrystallen, oft lose oder durch sandige Masse mit einander locker verbunden im oberen Garzathale und auf der Höhe gegen die Maroços zu. Dasselbe ist der Fall am Kamme von Aguas das Caldeiras gegen die Chada Lagoinha, wo ebenfalls die braunen Sande eine Unzahl von Augiten enthalten. Auch am Topo und am Campo grande ist der Boden oft ganz von grossen Augitkrystallen bedeckt. Die Krystallform der Augit- und Hornblendekrystalle ist die gewöhnliche, einige Winkelmessungen gaben die bekannten Werthe. Im Schliffe zeigen die Augite grüngelbe Färbung, keinen oder kaum merklichen Pleochroismus, fast gar keine Einschlüsse, denn merkwürdigerweise fehlen die in den, den Sand bildenden Individuen so häufigen Glaseinschlüsse fast gänzlich in den grossen Krystallen, und nur Schnüre von Gasporen durchziehen den Schliff. Die Auslöschungsrichtung in der Symmetrie-Ebene bildet mit der Verticalaxe den Winkel von 37—39°, also genau den des gewöhnlichen Pyroxens. Es wurden zwei derselben auch chemisch untersucht, der eine stammt von Aguas das Caldeiras, der zweite vom Garzathale:

| | I. | II. |
|---|---|---|
| $Si\,O_2$ | 45·79 | 44·11 |
| $Al_2\,O_3$ | 7·89 | 9·66 |
| $Fe_2\,O_3$ | 3·51 | 4·95 |
| $Fe\,O$ | 4·81 | 5·43 |
| $Ca\,O$ | 21·60 | 21·92 |
| $Mg\,O$ | 14·81 | 14.06 |
| $Na_2\,O$ | 1·55 | spur. |
| | 99·96 | 100·13 |

Auch auf der Insel Mayo ist loser Augit zwischen Monte Antonio und Monte Penoso sehr häufig, die krystallographischen und optischen Verhältnisse sind dieselben.

Glimmer, dunkelbraun, die gewöhnliche Form zeigend, pleochroitisch, mit Axenwinkel von 8—10°, findet sich lose am Monte Vermelho, im Charcothal, und im Fazendathal auf S. Th.

Pyroxenite. Auf S. A. finden sich Aggregate mit vorwiegendem Pyroxen, die an Häufigkeit den Peridotiten nicht nachstehen. Am Topo finden sich sehr häufig körnige Aggregate von Augit, Biotit mit etwas Titanit.

Am Pico da Cruz finden sich ebenfalls aus Augit, brauner Hornblende, dunklem Glimmer, Magnetit und etwas Titanit bestehende Aggregate. Manche haben fast Aehnlichkeit mit Glimmerschiefern, in den meisten entdeckt man Spuren von lichtgelbem Glas mit Mikrolithen und Poren.

Von grossem Interesse ist ein massenhaft in Blöcken an demselben Fundorte vorkommendes Gestein, welches wesentlich aus Augit, Haüyn, Titanit, Magnetit besteht; es zeigt braune Färbung mit vielen blauen Flecken und ist grobkörnig. U. d. M. sieht man, dass Augit, mit deutlicher Spaltbarkeit die Hauptmasse des Gesteins ausmacht, er kommt nur in Krystalloiden und grossen Körnern, nicht in Krystallen vor, und zeigt in Schliffen gelbgrüne bis grasgrüne Färbung. An Einschlüssen sind darin braunes Glas, einzelne Mikrolithe und Magnetite, hin und wieder Apatit und viel Gasporen zu verzeichnen. Der Haüyn in grösseren Körnern ohne regelmässige Begrenzung, sinkt niemals zu mikroskopischen Dimensionen herab, und ist in Schliffen lichtblau, oft farblos, er enthält einzelne Mikrolithe, Glaseinschlüsse und viel Poren, nur äusserst selten wurden rectanguläre Strichsysteme beobachtet.

Der Titanit in grossen blassgrünen spiessigen Krystallen oder Bruchstücken erscheint als häufiger accessorischer Gemengtheil und enthält sehr viele, lange Mikrolithe, auch Glaseinschlüsse und Poren. Magnetit kömmt in grossen Tafeln vor, auch kleine Eisenglanzblättchen sind stellenweise sichtbar. Apatit in Krystallen ist nicht allzuselten. Zwischen den grösseren Gemengtheilen findet sich an einigen Stellen zwischengeklemmtes lichtbraunes Glas mit Mikrolithen. Aus diesem Gestein wurden, sowohl der Augit als der Haüyn, welche mit der Loupe ausgeklaubt und dann mit der Q. L. und der Magnetnadel gereinigt worden waren, analysirt. Die Bauschanalyse ist von Herrn Kertscher, die Mineralanalysen von mir ausgeführt worden (irrthümlich ist in den Miner. Mitth. 1882, Heft VI, auch der Olivin unter den, diesen Haÿün begleitenden Mineralien angeführt worden):

| | Bauschanalyse | Augit | Haüyn |
|---|---|---|---|
| $TiO_2$ | 1·95 | spur. | — |
| $SiO_2$ | 35·91 | 36·79 | 31·99 |
| $Al_2O_3$ | 17·03 | 16·97 | 28·93 |
| $Fe_2O_3$ | 14·81 | 15·37 | 0·45 |
| $FeO$ | — | 2·23 | — |
| $CaO$ | 15·44 | 18·90 | 9·88 |
| $MgO$ | 6·07 | 8·99 | — |
| $K_2O$ | 0·64 | — | — |
| $Na_2O$ | 4·43 | 0·60 | 15·53 |
| $SO_3$ | 1·90 | — | 12·04 |
| $H_2O$ | 1·48 | — | 1·59 |
| | 99·66 | 99·85 | 100·41 |

Spuren von Posphorsäure, Mangan und Chlor sind noch im Gestein zu verzeichnen. Aus den Analysen berechnet sich ein Haüyngehalt von circa 15 Perc. und ein Titanitgehalt von 7 Perc., während mit der Magnetnadel circa 7 Perc. extrahirt wurden. Es wäre demnach die Formel: $Ag_9\ Hy_2\ Tt_1\ Mn_1$.

Ein anderer Auswürfling vom Südabhange des Pico da Cruz hat äusserlich fast das Aussehen eines Glimmerschiefers; das mir vorliegende Stück zeigt an einer Ecke ein Bruckstück von anhaftender Lava, welche auch an dieser Stelle aderförmig im Auswürfling zu beobachten ist. Es wurden von verschiedenen Stellen Schliffe verfertigt; die Lava selbst zeigt u. d. M. eine mehr oder minder vorherrschende Basis von gelbbrauner Farbe mit zahlreichen Augitmikrolithen, seltenen schmalen Plagioklas-Leisten, grossen grünen Augitkrystallen, braunen hexagonalen Hornblendedurchschnitten mit Opacitrand, einigen blauen Haüynkörnchen, gelben Biotitleisten, auch ein Titanitkrystall wurde beobachtet; am Rande finden sich dünnere braune Glaspartien, welche weit weniger Entglasungsproducte zeigen, als das Gestein selbst. Die Schliffe vom Contact der Lava mit der körnigen Masse zeigen die letztere mit Glas durchtränkt und durchzogen, so dass ein vollkommenes Gemenge zwischen den Bestandtheilen derselben und dem Gesteinsglase entsteht, erstere sind: grasgrüner körniger Augit mit Einschlüssen von gelbem Glas, genau übereinstimmend mit dem Gesteinsglase, von Poren und auch von Haüynkörnchen, dann viele braune, oft auch opacitumrandete Hornblende und viel

Biotit in Leisten, accessorisch erscheint blassblauer, fast farbloser Hauyn in kleinen Körnern, ebenfalls mit gelben Glaseinschlüssen, Poren und Mikrolithen, wobei sich die schwarzen Strichsysteme als Schnüre von Poren entpuppen. Ausser den Bruchstücken des plagioklasführenden glasigen Basaltes erscheint in kleinen, nur mikroskopischen Fetzen ein lichteres an Entglasungsproducten weit ärmeres Glas, das ausser Augitmikrolithen auch sehr kleine, regelmässige, dunkelgrüne Octaëder von Spinell enthält. Ferner finden sich häufig Partieen eines Magma's, welches mit den erstgenannten übereinstimmt, aber weit mehr quadratische Magnetitdurchschnitte enthält, indem hier wahrscheinlich die in der Basis enthaltenen Eisenoxyde zur Krystallisation gelangten; Apatit ist in Krystallen nicht selten in dem Gemenge zu beobachten. In den von der Contactstelle weiter entfernten Theilen des körnigen Aggregates sind die Gemengtheile dieselben, Augit, Hornblende und Biotit in körnigem Gefüge, dann Einschlüsse von jenem magnetit- und augitreichen, gelblichen, fast farblosen Gesteine, welches hier weit krystallinischer ist, als an den Contactstellen, und etwas Plagioklas führt. Endlich sind noch dünne Partien lichten Glases gwischen den Gemengtheilen eingekittet, welches grössere Augitmikrolithe und morgensternähnlich gruppirte Krystallite [1]) sowie Poren enthält. Hauyn tritt hier nur sehr selten und in sehr kleinen Körnern auf. Augit, Hornblende und Biotit enthalten etwas weniger Einschlüsse als an der Contactstelle selbst.

An den von dieser Stelle am weitesten entfernten Stücken sieht man, dass das Aggregat sehr grobkörnig geworden ist; die Dimensionen der Hornblenden und Augite sind zum mindesten zweimal so gross, wie in den erst beschriebenen Stücken. Auch der Hauyn, der in den früher beschriebenen Schliffen nur in kleinen Körnchen erscheint, ist hier in grossen Körnern sichtbar, ferner wurden schalige Hornblendekrystalle beobachtet, während dieses Mineral in der Nähe der Contactstelle nur in Körnern vorkommt. Man bemerkt ferner die Abnahme der Glaseinschlüsse in den Gemengtheilen dieses grobkörnigen Aggregates und auch eine Abnahme des Augites, welcher gegenüber der Hornblende

---

[1]) Wie sie Zirkel so trefflich aus den Pechsteinen von Arran beschrieben hat.

und dem Biotit zurücktritt, dann das Auftreten grösserer Magnetitkrystalle, welche in der Nähe des Contactes fehlen. Homogenes, lichtgelbes Glas wird seltener und findet sich nur in Spuren noch, dagegen erscheinen die Einschlüsse von Magma weit krystallinischer, enthalten Plagioklas, Augit und auch etwas Nephelin, und man kann recht gut beobachten, dass die zwei aus früheren Schliffen erwähnten Magmen, von denen das eine nur Plagioklas und Augit, das andere namentlich viel Magnetit führt, in einander übergehen und ein dem Tephrit entsprechendes Gemenge darstellen, wobei die Basis mit der Entfernung von der Contactstelle abnimmt.

Wie ist nun dieses Aggregat entstanden? Man könnte anfangs auf die Idee kommen, dass hier ein Einschluss vorliegt, der von einem flüssigen Magma erfasst und durchtränkt wurde. Wenn man aber in Betracht zieht, dass die Gemengtheile Augit, Hornblende, Biotit, Hauyn in beiden ident sind, dass die Glaseinschlüsse in diesen mit der Entfernung von der Contactstelle abnehmen, dass das Gefüge in den von dieser weiter entfernten Stellen grobkörniger wird, dass die anfangs verschieden gestalteten Magmen in solchen Schliffen krystallinischer werden und ident erscheinen, so wird die Ansicht, dass hier eine Ausscheidung aus dem Magma vorliege, an Wahrscheinlichkeit sehr gewinnen.

Am Fusse des Topo findet man körnige Massen, welche aus dunkelbrauner, pleochroitischer Hornblende, monoklinem Augit, Magnetit in grösseren Blättchen, Hämatit in kleinen runden Täfelchen, und ziemlich viel Apatit in Krystallen bestehen. Bemerkenswerth sind im Augit sowohl als im Amphibol erscheinende, ziemlich lange und breite, schwarze undurchsichtige Nadeln, welche in zwei Richtungen, die einen Winkel von circa 75° unter einander bilden, angeordnet sind. Möglicher Weise liegen hier Einschlüsse von Titaneisen vor.

Feldspathreiche Aggregate. — Auf dem Hochplateau des Topogebirges finden sich eine Reihe grobkörniger Aggregate, die namentlich aus Feldspath, Hornblende, Augit und Glimmer bestehen. Ein von der Ch. Balbo stammendes Stück zeigt sehr viel grasgrünen, schwach pleochroitischen Augit, meistens in unregelmässig begrenzten Partien, ähnlich wie die des Foyaits, oder in Bruchstücken, dann Hornblendekrystalle in gelbbraunen, an der

Spaltbarkeit kenntlichen hexagonalen Durchschnitten, sowie auch grosse Biotitleisten. Der Orthoklas kömmt in unregelmässig begrenzten Körnern wie auch in grossen Leisten vor, daneben findet sich nur wenig, an der Zwillingsstreifung erkennbarer Plagioklas. Beide Feldspathe sind ganz frisch, wasserhell und enthalten eine Unzahl von Poren, auch Glas- und Flüssigkeitseinschlüsse. Als häufig auftretender accessorischer Gemengtheil erscheint krystallisirter Titanit mit massenhaft eingeschlossenen Mikrolithen, sowie etwas Apatit und Magnetit.

Aehnlich ist ein Auswürfling in der Nähe der Lagoinha gegen den Krater Renha Perna zu, doch herrscht bei diesem die Hornblende mehr gegen den Augit vor, während Plagioklas zum grossen Theile den Orthoklas ersetzt, auch etwas Granat in bräunlichen, fast farblosen, unregelmässigen Durchschnitten erscheint accessorisch, ebenso Titanit, und Eisenglimmer in kleinen hexagonalen Täfelchen.

Bemerkenswerth durch bedeutenderen Granatgehalt ist ein Gestein vom Campo grande, mit unregelmässig begrenzten braungelben Melanitdurchschnitten. Der Hauptgemengtheil ist auch hier wieder Orthoklas, neben dem Plagioklas erscheint; auch der Titanit erscheint häufig in Krystallen, dagegen fehlen Eisenoxyde gänzlich. Alle Gemengtheile enthalten viel Gasporen, sowie auch Glas- und Flüssigkeitseinschlüsse. Braune Hornblende sowie grüner Augit und Biotit sind hier in nicht geringer Menge vertreten. U. d. M. sieht man auch farblose isotrope Durchschnitte, welche in Säuren löslich sind und vielleicht dem Sodalithe angehören, sie sind mit Poren förmlich überfüllt.

Ebenfalls Granatführend ist ein Aggregat von demselben Fundorte, welches der Hauptmasse nach aus vorwiegendem Orthoklas und Plagioklas besteht. Der Granat, hier ein gewöhnlicher rother Thongranat, hat indessen nur accessorischen Charakter, was auch für die sporadisch auftretende Hornblende und für den Augit gilt.

Ein dem Habitus nach syenitähnliches Gestein vom Mor. Traversado endlich, ist durch Zurücktreten des Feldspaths und Vorherrschen des Biotits ausgezeichnet, letzterer zeigt sich in stark pleochroitischen Leisten oder auch in fetzenartigen Partien, welche beide Apatiteinschlüsse enthalten; braune an der Spaltbarkeit gut

kenntliche Hornblende ist in grossen Krystallen (zum Theil Zwillingen) stark verbreitet. Der mehr untergeordnete Augit kommt in Körnern von violetter Farbe vor, er zeigt die oben erwähnten parallel zwei Richtungen laufenden, schwarzen Nadeln in grosser Menge; der Titanit bildet grössere Krystalle,[1]) die ziemlich häufig sind. Der Orthoklas kommt sonst seltener vor, als in den früher beschriebenen Gesteinen, und bildet runde Körner. Daneben ist sehr häufig und dem Orthoklas an Menge überlegen, ein reguläres, in Körnern vorkommendes, rechtwinkelige Spaltbarkeit und viele Schnüre von Poren zeigendes, Mineral vorhanden, welches in $HCl$ unter Abscheidung von Kieselsäure löslich ist, Thonerde und viel Natron enthält, und dem Haüyn oder Sodalith mikroskopisch sehr ähnlich ist; da $SO_3$ im Gestein nicht darin vorhanden ist, dagegen ein $Cl$-Gehalt constatirt wurde, so ist die Annahme, dass Sodalith vorliegt, eine ungemein wahrscheinliche, um so mehr, als der geringe Apatitgehalt doch unmöglich einen bedeutenderen $Cl$-Gehalt verursachen könnte, und jenes isotrope Mineral, das auch in dem Gestein von Campo grande vorkommt, sonst keinem gesteinsbildenden Mineral angehören kann.

Bei allen den untersuchten Auswürflingen ist die Frischheit und Unversehrtheit der Bestandtheile, welche sie gegenüber den älteren Gesteinen auszeichnet, sowie auch das massenhafte Vorkommen von Poren und Glaseinschlüssen charakteristisch;[2]) wenn man daher auch einige dieser Aggregate, ihrer Zusammensetzung und ihrer Structur nach, zu den Syeniten rechnen kann so unterscheiden sie jene Eigenschaften doch beträchtlich von ihnen, und lassen eine directe Ausscheidung derselben aus dem Magma in bedeutender Tiefe, wodurch sie vollkrystallinische Textur annehmen konnten, als wahrscheinlich erscheinen.

Im Campo grande fand ich auch Marmorbruchstücke, deren Bildung[3]) der der Sommablöcke analog sein dürfte, eine nähere Unter-

---

[1]) In einem dickeren Schliffe sah ich einen gut ausgebildeten Krystall, welcher ein Zwilling nach $oP$ ist, der $\infty P . oP . nP\infty . P\infty$ zeigt und auffallend an die in Zirkel-Naumann, p. 691 abgebildete Figur erinnert.

[2]) Es sei hier bemerkt, dass in den syenitischen Gesteinen von S. V. Glaseinschlüsse fehlen, nur Flüssigkeitseinschlüsse konnten gefunden werden.

[3]) Uebrigens würde man, selbst wenn man diese Marmorstücke einfach als Einschlüsse einer durchbrochenen anstehenden Gebirgsmasse ansieht, doch

suchung derselben, sowie auch eines, hauptsächlich aus Augit und Hämatit bestehenden Aggregates war nicht möglich, da diese Stücke nebst vielen anderen durch Schiffbruch verloren gingen.

## Contactmineralien.

In dem Thal R. da Barca wird eine aus Schiefer und grauem dichtem Kalkstein bestehende, grössere Scholle vonBasaltlaven überlagert und eingeschlossen. Am Contacte ist der Kalkstein zu Marmor umgewandelt und dolomitisirt. Ein Handstück zeigt ausserdem Serpentinisirung, wobei der Serpentin in Bändern auftritt, ähnlich wie z. B. am Canzoccoli, ein anderes Handstück ist vollkommen dolomitisirt und zeigt in Hohlräumen kleine sattelförmige Rhomboëder von Breunerit, endlich ist noch einer anderen Stufe zu erwähnen, welche u. d. M. ein Gemenge von braunem Glimmer in dicken Leisten, Augitdurchschnitten und grosskörnigem Calcit zeigt, sie erinnert sehr an ähnliche Massen vom Monzoni. Leider konnte ich mich an der betreffenden Stelle nur kurze Zeit aufhalten und keine weiteren Aufsammlungen machen.

Auf Mayo dagegen hat am Contact der Basalte und Phonolithe mit den älteren Kalksteinen sehr häufig Dolomitisirung, Bildung von Ankerit, Spatheisen an verschiedenen Stellen stattgefunden, aber nur dort, wo grosse Ströme oder Gänge kleinere Massen von Kalksteinen umhüllt haben; wo dünne Lavaströme oder kleine Gänge in Berührung mit jenen kamen, ist keine Einwirkung bemerkbar. Von Interesse ist ein Vorkommen östlich vom Monte Batalha, wo eine Kalksteinscholle von Phonolith umgewandelt wurde. Letzterer zeigt sich im Contact sehr zersetzt und hat Carbonate aufgenommen. Der durchaus körnige Marmor zeigt an der Berührungsstelle in einer Zone von circa zwei Millim. grüne Epidotkrystalle, dann zahlreiche Granatkrystalle, welche u. d. M. sich als blassgrüne Rhombendodekaëder präsentiren. Der Calcit in

nicht zu der Annahme kommen müssen, dass auch die anderen eben beschriebenen Auswürflinge solche Einschlüsse sind, denn wie v. Fritsch und Reiss (Tenerife, p. 348) trefflich bemerken, können neben Erzeugnissen der vulcanischen Thätigkeit auch Stücke von in der Tiefe anstehenden Felsarten bei den Ausbrüchen ausgeschleudert werden. Eine Unterscheidung beider ist allerdings, wie wir dies bei den Olivinbomben sehen, nicht immer sehr leicht zu treffen und kann zu vielen Controversen Anlass geben.

Rhomboëdern (polysynthetischen Zwillingen) zeigt viele Flüssigkeitseinschlüsse; ebensolche Einschlüsse zeigt der Granat. Glaseinschlüsse konnten darin mit Sicherheit nicht nachgewiesen werden, er enthält sehr viele Mikrolithe. Auch Magnetitkryställchen finden sich im Marmor. In den von der Berührungstelle weit entfernten Theilen fehlen die Granatkrystalle.

Darwin beschrieb eine Veränderung des jungtertiären Kalksteines von Praya durch darübergeflossene Lava, doch ist die Einwirkung auf eine wenige cent. mächtige Zone beschränkt. Dolomitisirung hat dabei nicht stattgefunden.

Am Contact der Schiefer und des Phonolithes am Monte Batalha bildeten sich breccienartige Massen mit einzelnen Phonolithbruchstücken, welche mit Opal vollkommen erfüllt sind, auch grössere Titaneisenkrystalle, welche sonst in den Phonolithen nicht beobachtet wurden, finden sich hier.

Eigenthümlich ist das Vorkommen von hohlen, äusserlich gelbbraunen Kalksteinconcretionen am Amargoso, S. V., die äussere Hülle besteht aus dichtem Kalksteine, die innere aus bläulichem Marmor, welcher an seiner Innenwand von zahlreichen kleinen Calcittafeln $\infty R . oR$ und sattelförmigen Dolomitrhomboëdern (zum Theil mit mehr Eisen, daher Ankerit) ausgekleidet sind, ein grünes Mineral, als dünner Anflug, sowie auch kleine Barytkrystalle $\infty P . oP$ wurden ebenfalls beobachtet.

Diese Kugeln bedecken überall den Boden; die in der Nähe befindliche, in den Laven eingekeilte, merkwürdigerweise fast ganz unversehrte Bank von gelbem, eisenschüssigen Kalkstein, dürfte wahrscheinlich von dünnen Lavaschichten an Ort und Stelle selbst überfluthet, oder wenigstens nicht weit von ihrer ursprünglichen Lagerstätte entfernt worden sein. Es ist schwer, sich über die Bildung jener Kugeln eine Ansicht zu bilden, aber die daran sichtbare Umwandlung scheint mir doch wohl nicht auf dem einfachen Wege der Gewässer vor sich gegangen zu sein, obwohl es vielleicht nahe liegend wäre, sie für Concretionen zu halten. Bemerkt sei noch, dass eine in der Nähe anstehende grosse, von Phonolith umschlossene Kalksteinscholle zum grössten Theil in krystallinisch körnigen Kalk umgewandelt wurde.

Secundäre Mineralien. Als solches tritt oft der Calcit in verschiedenen Basalten auf. Ferner in manchen Phonolithen

der Natrolith neben nicht näher bestimmbaren anderen Zeolithen, dann im Foyait der Analcim (doppeltbrechend) und der Calcit, welche wohl aus Nephelin entstanden sind.

Eisenvitriol kommt am Amargoso vor.

Dumreicherit, ein neues Mineral der Alaungruppe. Auf S. Antao fand ich an mehreren Stellen, im Paulethal, in der R. das Patas, auf Klüften der Lava, ein krustenförmig ausgebildetes Salz, welches seiner chemischen Zusammensetzung nach den Magnesia-Alaunen nahe steht; eine von Herrn F. Kertscher ausgeführte Analyse ergab:

| | |
|---|---|
| $SO_3$ | 36·65 |
| $Al_2O_3$ | 7·14 |
| $MgO$ | 11·61 |
| $H_2O$ | 45·01 |
| | 100·41 |

Ausserdem Spuren von $Cl$ und $Na$; das Mineral ist leicht in Wasser löslich, adstringirend, und schmilzt im Krystallwasser. Die Untersuchung unter dem Mikroskope ergibt, dass die Krusten aus stengelig aggregirten Leisten besteht, deren A. Sch. mit ihrer Längsrichtung nur einen kleinen Winkel bildet. Künstliche, durch Lösung erhaltene Kryställchen zeigen länglich-hexagonale Leisten, ganz ähnlich wie Feldspathdurchschnitte aussehend, sie bestehen in der Verticalzone aus einer grossen Fläche, dem Klinopinakoid, und den Prismen, welche im Durchschnitte länglich-rectangulär erscheinen, wobei die A. Sch. auf ersterer mit der Verticalaxe einen kleinen Winkel bildet, als Endflächen erscheinen zwei Flächen, welche Hemipyramiden oder Orthodomen angehören dürften. Auch die Untersuchung im convergenten Lichte zeigte, dass kein rhombisches Mineral vorliegen kann und muss ein triklines oder monoklines System angenommen werden; da der Habitus der Krystalle ein ganz monokliner ist, so ist die Annahme dieses Systemes eine sehr wahrscheinliche; eine endgiltige Entscheidung über dasselbe wird mir jedoch erst dann möglich sein, wenn es mir gelingen wird, grössere Krystalle zu erhalten, und werde ich alsdann näheres darüber mittheilen können.

Was die chemische Zusammensetzung anbelangt, so unterscheidet sich das Mineral von dem Magnesia-Alaun nicht nur im Wassergehalt, sondern auch im Verhältnisse des Magnesia- und Thonerdesulfates; seine Formel ist nämlich:

$$4\ MgO,\ SO_3 + Al_2O_3\ (3\ SO_3) + 36\ H_2O,$$

am nächsten kömmt ihn Hayden's Sonomait mit 33 aq.; über die krystallographischen Verhältnisse dieses Salzes konnte ich nichts erfahren. — Das oben beschriebene Salz nenne ich zu Ehren des Herrn Al. Freiherrn von Dumreicher in Lissabon Dumreicherit.

### Tertiäre Versteinerungsführende Schichten

sind auf allen Inseln mehr weniger verbreitet. Die Kalksteine sind meistens von Organismen (Bryozoen) erfüllt, und zum Theil ganz aus ihnen bestehend, aber die Versteinerungen sind sehr schwer bestimmbar. Doch konnte sowohl auf Antao, S. Vincent, als auch auf S. Thiago und Mayo constatirt werden, dass die vorhandenen Versteinerungen diejenigen sind, welche auch heute noch im Meere leben,[1]) und damit stimmt überein, dass alle diese Schichten während Eruptionen oder kurz nachher entstanden sind.

### Mineralquellen.

Auf den Inseln Antao und Brava treten alkalinische Säuerlinge auf, Brava hat eine einzige, sehr ergiebige Quelle, ungefähr $^1/_4$ Stunde vom Hafenorte entfernt, welche sehr reich an freier Kohlensäure ist, und ausserdem kohlensaures Natron und Magnesia, schwefelsauren Kalk, Magnesia und Natron enthält. Die Mineralwässer von Antao enthalten je nach der Temperatur mehr oder weniger Kohlensäure, dann kohlensaures Natron, schwefelsauren Kalk, Magnesia, Natron, Chlornatrium.

Die von R. da Paule (Temperatur 14° C.) ist die schmackhafteste und am wenigsten Alkalihaltige, sie erinnert vielfach an den Giesshübler Sauerbrunn; die der R. Grande sind von höherer Temperatur, 20—28° C., während die der R. Patas wieder kohlensäurereicher sind (Temperatur 19° C.). Die Zahl der Quellen auf Antao ist übrigens eine ausserordentlich grosse, und habe ich selbst nicht weniger als vierzehn besucht; leider konnten quantitative Analysen nicht ausgeführt werden, da fast das gesammte Material nebst vielen Gesteinsstücken verloren gieng.

---

[1]) Sowerby hat einige von Darwin gesammelte Fossilien beschrieben (Darwin, Vulcan. Inseln). Auf Veranlassung von Prof. Neumayr habe ich recente Conchylien auf den Capverden sammeln lassen, welche nebst einigen Versteinerungen jetzt im Besitze des genannten Herrn sind, und seinerzeit durch denselben beschrieben werden dürften.

# Schlusswort. [1]

Die auf den capverd'schen Inseln verbreiteten Schollen einer älteren Formation, welche auf Mayo in grösserer Ausdehnung auftritt, führen zu der Annahme, dass in dem von ihnen jetzt eingenommenen Areal ein grösseres altes Festland existirt haben muss; Gneisse, Glimmer- und Thonschiefer bildeten die Unterlage, auf der sich dann die Kalkmassen erhoben. Vielfach durchbrochen finden wir jene krystallinischen Schiefergesteine durch Eruptionen alter Eruptivgesteine: Syenit, Diorit, Diabas, welche auch heute noch, namentlich auf der Insel S. Vincent und Mayo eine nicht geringe Verbreitung haben. Die auf Mayo gefundenen Kalkmassen sind jünger als diese Eruptivgesteine, aber jedenfalls älter als die ebenfalls dort constatirten, wenig mächtigen Tertiärschichten. Die Existenz einer älteren Sediment- und Eruptivformation ist demnach unzweifelhaft; wie gross war aber ihre Ausdehnung? dies ist eine schwer zu beantwortende Frage. Es ist wohl anzunehmen, dass sie sich weiter als der Archipel selbst ausgedehnt haben muss, ob sie aber mit dem jetzigen afrikanischen Continent zusammenhing, ist sehr zweifelhaft; an der ganzen afrikanischen Westküste von 10° bis 20° N. fehlen Kalksteinbildungen gänzlich, dagegen treten dort, mehr im Innern, quarzreiche Schiefer auf, wenigstens sind sie mir aus dem oberen Gebiete des Rio Grande bekannt, aber auch nördlich davon dürften sie vorkommen. Zweifelhaft ist es aber sehr, ob diese Massen mit jenen der Capverden zusammenhingen, die Abwesenheit der Kalkbildungen auf dem Continente macht es eher unwahrscheinlich. Eine andere Frage

---

[1] Die mineralogisch-geologische Literatur über die Capverden ist sehr wenig umfangreich, besonders wären zu nennen die Beobachtungen Darwin's in der Umgebung von Praya (Vulc. Inseln) und Barth's Reiseberichte (Ausland, 1877), Stelzner's Notiz wurde bereits citirt. Das übrige ist von geringer Bedeutung.

wäre die, ob jenes Festland mit den Canaren oder Madeira, wo Reste einer alten Eruptivformation sich ebenfalls finden, zusammenhieng, und ob das schon früher für diese Gegend in Anspruch genommene Continent [1]) so weit nach Süden sich erstreckte. Diese Frage ist heutzutage noch nicht spruchreif. Wie dem auch sei, die Eruptionen, welche die Vulcane der Capverden hervorgebracht haben, fanden jedenfalls an den Ufern eines grösseren Massives statt, nachdem wahrscheinlich im Osten oder Südosten desselben ein Senkungsfeld entstanden war, denn eine Ausdehnung nach Westen des alten Continentes ist unwahrscheinlich, da schon auf S. Antao, der westlichsten Insel, keine Schollen desselben gefunden werden konnten. Welche Inseln zuerst entstanden, ist schwierig zu sagen, aber in Anbetracht der Wirkungen der Erosion, dürften die Inseln Mayo, S. Thiago, Boavista, S. Vincent wohl als die ältesten zu bezeichnen sein, während Fogo, St. Antao, S. Nicolao die jüngeren sind, wahrscheinlich waren übrigens zwar nicht alle, so doch mehrere Vulcane gleichzeitig thätig. Was den Anfang der Eruptionen anbelangt, so lässt er sich nicht genau feststellen, auf Mayo finden sich über den Basalten Schichten, welche Versteinerungen führen, die den jetzt dort lebenden sehr ähnlich sind, dasselbe findet sich auf anderen Inseln. Es dürften daher die Eruptionen erst in der jüngeren Tertiärzeit angefangen haben.

Sämmtliche Inseln stellen Einzelvulcane dar. Die Insel S. Thiago repräsentirt uns einen hohen Strato-Vulcan, dessen Hauptkrater der Pico d'Antonio gewesen sein dürfte. Der circa 1000 M. hohe Kegel krönte ein circa 1500 M. hohes Plateau, welches wahrscheinlich selbst in früheren Zeiten von einem äusseren Kraterwalle umrandet war. In späterer Zeit wurden die Flanken des Pico d'Antonio wahrscheinlich durch explosive Thätigkeit auf der Nordseite geöffnet, und es entstanden in dem dadurch gebildeten Kessel kleinere Kegel, wie der Monte Chegao, der Monte Vermelho, deren explosive Eruptionsthätigkeit, verbunden mit den späteren Wirkungen der Erosion schliesslich ein ebenes, 12 Kilom. breites Kesselthal, die Chada falcao, deren Boden sich in der

[1]) Bekanntlich glauben viele Anhänger der Atlantis-Existenz, dieselbe in jene Gegend versetzen zu müssen, die meisten Gründe dafür sind aber reinhypothetischer Natur.

Höhe von circa 700 M. erhebt, hervorbrachte. Der grosse Vulcan des Pico zeigt einen ganz symmetrischen Bau, nach allen Seiten flossen Lavaströme von nicht bedeutender Mächtigkeit bis zu einer grossen Entfernung, wodurch am Fusse desselben, Plateau's, wie das von Tarrafal, S. Thiago, Ilheu entstanden. Auch Gänge sind, allerdings nur im näheren Umkreise vom Haupteruptionspunkt, nach allen Richtungen gedrungen, doch sind dieselben nur sehr wenig mächtig und im Vergleich zu den Strömen unbedeutend. Die Lavamassen sind durch kleine Lagen von losen Auswürflingen von einander getrennt, aber die Menge letzterer ist bei diesem Vulcane eine geringe. Gleichzeitig und auch nach beendeter Thätigkeit des Hauptvulcanes waren kleinere secundäre Krater thätig.

Unabhängig von dem Hauptvulcan traten domförmige, aus Phonolith gebildete Kuppen an mehreren Punkten auf, so der 1000 M. hohe Monte Gracioso, dann die kleine Kuppe hinter Praya etc. Während der Eruptionszeit hat die Insel S. Th. eine Hebung erfahren, wie aus den an der Küste vorkommenden jüngeren Tertiärschichten hervorgeht, ein Theil der Laven liegt unter diesen Tertiärschichten, der grössere Theil aber darüber.

Was nun die Producte des Vulcanes anbelangt, so sind sie vorwiegend basaltischer Natur, und zwar sind Plagioklasbasalte am häufigsten, daneben treten aber auch Nephelinbasalte und Limburgite, seltener Tephrite, Basanite, Phonolithe auf. Mit Ausnahme der letzteren sind alle Gesteine basischer Natur und der Kieselsäuregehalt liegt unter 45 Perc. Ein Altersunterschied der mineralogisch verschiedenen Gesteine oder eine Begränzung irgend eines derselben auf ein bestimmtes räumliches Gebiet ist nicht zu constatiren. Alle jene Gesteinsarten kommen dicht nebeneinander und in kurz nach einander entstandenen Strömen vor.

Die Insel Mayo scheint niemals der Schauplatz einer intensiven vulcanischen Thätigkeit gewesen zu sein. Das am meisten verbreitete Gestein, der Phonolith, bildet eine Reihe von Rücken, welche vielleicht domartig emporgequellt sind, später entstand ein kleiner, wenig hoher Vulcan, der Monte Penoso, der wohl mit dem gegenüber liegenden zwei Kilometer entfernten Monte S. Antonio zusammenhieng, und welcher ein normaler Stratovulcan ist, ihm drangen auch gangförmige Laven aus, welche die älteren Eruptiv- und Sedimentbildungen durchbrochen haben.

Die Insel Fogo ist ein dem Vulcan S. Thiago sehr ähnlicher Stratovulcan, welcher aus einem erstgebildeten älteren Massiv besteht, das auf einer Höhe von circa 1500 Meter von einem Plateau gekrönt wird. Auf diesem erhebt sich der neuere Kegel, der wiederum aus einer Somma und einem inneren Kegel besteht; seine Laven sind basaltischer Natur und enthalten viel Olivin. (Ueber die Dimensionen des Kraters siehe Stübel's Angaben in v. Fritsch und Reiss, Tenerife.)

Brava ist ein kleiner aus feldspathreichem Phonolith bestehender Felsen von geringer Höhe.

In der nördlichen Gruppe der capverdischen Inseln ist S. Antao die grösste und wichtigste. Es wurde gezeigt, dass dieser Vulcan aus einem hohen und mächtigen Kegelberge, und einem an diesen sich lehnenden von SW. gegen NO. sich erstreckenden Längsrücken besteht. Der erstere, der Topo da Coroa, ist wohl derjenige Theil, welcher am spätesten seine Eruptionen eingestellt hat, er ist aufgebaut aus einem älteren Massive, welches in einer Höhe von circa 1600 M. von einem Hochplateau begrenzt wird, das aller Wahrscheinlichkeit nach der frühere Boden eines grossen ungefähr 6 Kilometer Durchmesser führenden Kraters war, dessen Ringwall noch zum Theil erhalten ist, zum Theil aber durch spätere Eruptionen kleinerer Kegel zerstört wurde. Innerhalb dieses Kraters erhebt sich der hohe Gipfel des Topo, welcher selbst einen doppelten Krater hat, von dem der innere nur 200 M. Durchmesser zeigt, ringsum diesen Kegel sind im alten Kraterboden eine Reihe von kleineren nicht sehr hohen Kratern, wie der Siderao, der Penella, das Campo redondo, der Covao etc. entstanden, welche den Kraterrand theilweise zerstört haben.[1]) Der Längsrücken, welcher sich an den Topo anschliesst, ist durch eine grössere Anzahl von Schlünden, wie die Maroços, die Chada lagoa, die Cova, gebildet worden, welche wohl gleichzeitig thätig waren, ausserdem haben aber namentlich an dem Südabhange, wahrscheinlich zu allen Zeiten, jedenfalls aber zum Schlusse der Eruptionsthätigkeit, eine grosse Anzahl von Kratern gewirkt, deren Reste allenthalben sichtbar sind, und die nicht nur lose Eruptions-

[1]) S. d. Karte. Die grosse Anzahl von Kratern erzeugt ein Bild, welches an die Mondvulcane erinnert.

producte, sondern auch Lavaströme lieferten. Was die Natur der Laven anbelangt, so sind im Osten mehr die Phonolithe und Tephrite, im Westen und Süden mehr die Nephelin- und Plagioklasbasalte, sowie die Limburgite und Pyroxenite verbreitet. Massenhafte Gänge von variabler mineralogischer Zusammensetzung bezeichnen besonders den mittleren Theil der Insel. Ueberall, namentlich im Gebiet des Topo, sieht man wie die mineralogisch verschiedensten Gesteine neben einander erscheinen.

Der Vulcan von S. Vincent stellt uns einen einfacheren grossen Feuerberg dar, der hauptsächlich aus, nach allen Richtungen mantelförmig verlaufenden, ziemlich mächtigen Lavaströmen aufgebaut ist. Massenhafte Gänge, von verschiedener Richtung, durchbrechen überall den Ringwall. Am Aussenrande der letzteren haben sich eine Reihe nicht unbedeutender secundärer Krater gefunden, die ihrem Erhaltungszustande nach beträchtlich jünger als der Hauptkrater gewesen sein müssen. Innerhalb des Kraterwalles und in diesem selbst entdeckt man die Reste der älteren Sediment- und Eruptivformation. Das Auftreten von grosskörnigen Gesteinen mitten im Vulcane S. Vincent, ist jedenfalls ein sehr bemerkenswerthes, und es muss die Frage angeregt werden, ob denn jene wirklich einer älteren Formation angehören, und nicht etwa jüngere Producte des Vulcanes sind, die im Centrum desselben, bei hohem Druck gebildet, jene Structur erhielten; mit einem Worte, ob nicht hier ein Beispiel jener in neuester Zeit wieder von verschiedenen Seiten besprochener Vorkommen jüngerer Gesteine mit granitischer Structur vorliegt. Ich hatte selbst bei einem ersten Besuche geglaubt, dass ein solcher Fall vorliege, und habe getrachtet diese wichtige Frage aufzuklären, glücklicherweise hatte ich Gelegenheit die Localität zu verschiedenen Malen und in Zwischenräumen von mehreren Monaten zu besichtigen, so dass ich hinlänglich Musse hatte, diese Hypothese genügend zu prüfen. Obgleich ich die Entstehung von Gesteinen mit granitischer Structur auch in der Neuzeit durchaus nicht leugnen will, ja sie für wahrscheinlich halte, so scheint mir gerade hier dennoch kein Beispiel desselben vorzuliegen. Die grosskörnigen Gesteine setzen in der That kein zusammenhängendes stockförmiges Massiv zusammen, sondern sie bildeten aller Wahrscheinlichkeit nach, ebenso früher wie jetzt, in Verbindung mit sedimentären Schichten ein grösseres

Areal, wie sie denn auch aus der Umwallung des Kraters am Amargoso noch heute emporragen. Man kann also nicht behaupten, dass eine Centralmasse vorliege, welche im Innern vollkrystallinisch, am Rande porphyrartig oder dicht ausgebildet ist; die Structur wechselt eben zu sehr in dem Massiv der älteren Gesteine selbst, und wir haben einen vollkommenen Uebergang vom feinkörnigen fast dichten Diabas zum grosskörnigen Syenit, ohne jegliche regelmässige peripherische Anordnung. Dieselben Gesteine mit Schiefern, Gneissen, Kalken, kommen auch auf den anderen Inseln unter Umständen vor, in R. Barca, bei Praya, auf Mayo, wo jene Hypothese vollkommen ausgeschlossen ist, und werden überdies auf S. V. von den Basalten gangförmig durchbrochen und stromartig überlagert, wobei nebenher bemerkt, die durchbrechenden Gesteine von den durchbrochenen mineralogisch und chemisch völlig verschieden sind. Man muss daher auch die grosskrystallinischen Gesteine S. V's., wie die ganz analogen der übrigen Inseln als ältere, schon früher existirende Massen betrachten. Ich glaube übrigens, dass zwischen den älteren grosskrystallinischen Eruptivgesteinen und eben solchen der Neuzeit, doch noch kleine Unterschiede existiren dürften. Manche jüngere davon, welche von einigen Forschern, als granitische bezeichnet worden sind, sind thatsächlich porphyrartig ausgebildet, nur aus Siebenbürgen sind mir einige wenige Dacite mit wirklich granitischer Structur bekannt, welche allerdings von älteren Gesteinen höchstens durch das sehr sporadische Vorkommen von Glaseinschlüssen verschieden sind. Ich möchte auch nicht die vollkommene Identität der älteren Vulcane mit den jüngeren ohne Weiteres annehmen. Wenn sich in früheren Epochen grösstentheils granitische Gesteine bildeten, während jetzt hauptsächlich dichte erscheinen, wenn aus früheren Perioden Tuffe sehr selten zu beobachten sind, während sie bei den heutigen Vulcanen sehr häufig sind, so kann daran nicht die Erosion und die mangelhafte Kenntniss des Innern der Vulcane Schuld sein, sondern es müssen die physikalischen Bedingungen: Druck, Gas-Exhalationen, Durchtränkung, wenigstens quantitative Verschiedenheiten aufzuweisen haben.

Der Vulcantypus der Insel N i c o l a o ist der Längsrücken, der höchste Punkt beträgt circa 1300 M.; S a l scheint ein grosser, ziemlich niedriger Vulcan zu sein. Ueber die Insel B o a v i s t a

liegen mir keine näheren Daten vor, doch sah ich graue Kalksteine, die von dort herstammen, und auch ziemlich verbreitet sein sollen; sie ist sehr flach und zeigt nur geringe Erhebungen.

Unter den älteren Gesteinen der Capverden sind namentlich Diabase, Diorite und Nephelinsyenite vertreten, die von variabler chemischer Zusammensetzung sind, indem der Kieselsäuregehalt zwischen 56 und 41 Perc. schwankt.

Die jüngeren Eruptivgesteine sind theils Phonolithe, theils Basalte. Trachytische Gesteine fehlen; erstere zerfallen in Augitgesteine, welche am häufigsten sind und in Hornblendegesteine. Ihrer Structur nach sind sie oft porphyrartig, durch Auftreten grösserer Augit-, Orthoklas- oder Hornblendekrystalle, häufig dicht, in manchen herrscht der Orthoklas, in andern der Nephelin, während die Bisilicate immer nur in geringer Menge auftreten, einige davon enthalten zweierlei chemisch verschiedene Augite, wobei die grösseren meistens natronfrei sind, während die kleinen in der Grundmasse vorkommenden, Natronaugite sind. — An die Phonolithe schliessen sich die basischeren, tephritischen Gesteine oder Plagioklas-Nephelingesteine an, zunächst eine Abtheilung davon, welche neben dem Plagioklas auch Orthoklas enthält, und in ihrem Aussehen auch mit den Phonolithen viel Aehnlichkeit hat. Die zweite Abtheilung dagegen schliesst sich in jeder Beziehung den echten Nephelin- oder Plagioklasbasalten an, und geht in diese über, in solchen Gesteinen ist alsdann der schwer schmelzbare Augit von röthlicher Farbe, nicht von grünlicher, wie in den erstgenannten, und dieses Mineral wird Hauptgemengtheil, während Nephelin und Feldspath etwas zurücktreten; sie sind ziemlich gleichmässig ausgebildet, mögen sie nun Olivin führen, in welchem Falle sie als Basanite bezeichnet wurden, oder nicht. (Die Namen Tephrit und Basanit wurden, namentlich wegen der Analogie mit den Canaren acceptirt, der Name Plagioklas-Nephelinbasalt würde den Zusammenhang mit den Basalten besser ausdrücken.) Diesen Nephelin-Plagioklasbasalten sind die Feldspathbasalte anzureihen, die übrigens in ihrer chemischen Zusammensetzung nur wenig von ihnen differiren, und deren Feldspath meistens ein basischer, der Labradorreihe angehöriger ist. Ihrer Structur nach sind doleritische, porphyrartige und dichte Gesteine zu unterscheiden, Glasbasis fehlt ihnen durchwegs. Bei den mei-

sten ist der Augit der Hauptbestandtheil, Olivin ist in wechselnder Menge vorhanden.

Die Nephelinbasalte zerfallen in olivinfreie oder Nephelinite, und olivinführende. Von den ersteren nähern sich einige den tephritischen Gesteinen, indem der Nephelin Hauptbestandtheil ist, wogegen der grüne natronhaltige Augit seltener vorkommt, dafür aber Haüyn (Nosean) in bedeutender Menge eintritt. Ihrem $Si\,O_2$ Gehalte nach entsprechen diese Gesteine ebenfalls ungefähr den Tephriten. Eine andere Abtheilung dieser Nephelinite ist dagegen ganz analog den echten Nephelinbasalten ausgebildet, während endlich ein Theil davon durch Nephelinarmuth ausgezeichnet ist und den Pyroxeniten nahe kommt. Bei den echten Nephelinbasalten ist der Olivin oft nur accessorisch, selten tritt er in grösserer Menge auf, der Augit von röthlicher oder weingelber Farbe der häufig porphyrartig auftritt, ist schwer schmelzbar, natronfrei, und ist immer Hauptgemengtheil, auch diese Gesteine gehen durch Abnahme des Nephelin's in Gesteine mit vorherrschender Glasbasis oder Limburgite über. Die feldspath- und nephelinfreien Gesteine sind theils olivinführende Limburgite, theils bestehen sie nur aus Augit, Glas und Magnetit, Pyroxenite; beide zeigen bald braune, bald farblose Basis, die in chemischer Beziehung, zum Theil die Elemente des Nephelins, theils die des Nephelins und des Plagioklas, seltener des Plagioklas allein, enthält. Es sind daher diese Gesteine theils den Tephriten (Basaniten), theils den Nepheliniten (Nephelinbasalten) oder auch den Plagioklasbasalten verwandt.

Als Vertreter der Leucitgesteine wurde ein ziemlich verbreitetes Nosean-Leucit-Augitgestein beobachtet, dessen $Si\,O_2$-Gehalt es den Phonolithen nahe bringt, durch Aufnahme von Plagioklas und Nephelin geht dieses Gestein in einen Leuco-Tephrit über.

Lose Sande, Tuffe, Auswürflinge sind namentlich auf S. Antao, wo die Erosion am wenigsten gewirkt hat, zu beobachten; hier sind insbesondere Lapilli und kleine Bimsstein-Auswürflinge vorherrschend, letztere gehören mineralogisch zum Phonolith. Unter den Sanden sind olivinführende, deren Gemengtheile ungemein reich an Glaseinschlüssen sind, besonders interessant. Die Betrachtung der Olivinvorkommnisse macht es wahrscheinlich, dass dieselben Ausscheidungen aus dem Magma sind. Schmelzversuche

ergaben keinen Unterschied im Schmelzpunkte zwischen olivinhaltigen und olivinfreien Magmen.

Die Auswürflinge Antao's sind durch Vorherrschen von Augit, hohen Haüyngehalt, dann durch das Vorkommen von viel Titanit, Melanit besonders interessant, auch diese scheinen körnige Ausscheidungen aus einem glasigen Magma zu sein.

Der chemischen Zusammensetzung nach bilden die Laven der hier betrachteten Vulcane eine fortlaufende Reihe, deren $Si\,O_2$-Gehalt zwischen 56 und 38 Perc. schwankt, doch sind basischere Laven weit häufiger. Die kieselsäurereicheren Gesteine, die Phonolithe sind im Allgemeinen die älteren, doch kommen auch noch in späteren Zeiten Phonolith-Eruptionen vor. Auf Antao, wo die Phonolithe gewiss die älteren sind, tritt am Topo als eines der jüngsten Gesteine der 48 Perc. $Si\,O_2$ haltige Leucitit auf. Auffallend ist hier, wie bereits bemerkt, die verschiedene Zusammensetzung der zahlreichen kleinen Schlünde des Topo. Am Covao findet sich Nephelinit, am Pico Lasnas Plagioklasbasalt, am Siderao Leucitit, an der Chada Lagoa Pyroxenit, am Campo Grande alle möglichen basaltischen Gesteine, doch schwankt dabei der Kieselsäuregehalt nicht sehr, er bleibt zwischen 41 und 48 Perc.

Auf S. Thiago zeigen die Laven wenig Unterschiede im $Si\,O_2$-Gehalt, dafür eine so grössere mineralogische Verschiedenheit. In den Thälern von Picos und Orgaos oder in der Chada falcao findet man neben einander die verschiedenartigsten Gesteine. Auf S. V. dominiren Plagioklasgesteine. Auf Mayo sind Nephelinbasalte, Pyroxenite, Limburgite mit einander eng verknüpft. Die wechselnde chemische Zusammensetzung der Laven der vier Vulcane wird aus der beiliegenden Tabelle ersichtlich.

Vergleichen wir die besprochenen Gesteine mit den analogen anderer Gebiete, so könnten wir für die Phonolithe und Tephrite in jenen der Canaren eine Analogie suchen, doch geht aus den Analysen hervor, dass diese weit saurer sind, als die capverdischen, und dass die Phonolithe mehr Kalk und Magnesia enthalten, als die letzteren. Auch die Analysen von canarischen Basaniten zeigen einen Kieselsäuregehalt von 50 Perc.,[1]) eher stimmen mit den

[1]) Fritsch u. Reiss, Tenerife. Winterthur. — Bořicky, Studien an den Phonolithen Böhmens. — Doelter, Die Producte des Vulcan Monte Ferru. — Roth, Beiträge zur Petrographie, 1879; vom Rath, Z. d. geol. Gesellsch. 1864.

| | $Si\,O_2$ | $Al_2\,O_3$ | $Fe_2\,O_3$ | $Fe\,O$ | $Ca\,O$ | $Mg\,O$ | $K_2\,O$ | $Na_2\,O$ | $H_2\,O$ | $S\,O_3$ | Summa | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Phonolith, Cova S. A. . . . | 56·09 | 22·22 | 4·08 | — | 0·69 | spur. | 7·21 | 9·16 | 1·09 | spur. | 100·54 | — |
| Bimsstein, Campo grande . . | 51·61 | 24·72 | 1·10 | — | 0·49 | spur. | 7·89 | 8·35 | 5·62 | spur. | 99·78 | — |
| Leucitit, Siderao . . . . . | 48·46 | 21·81 | 2·17 | 3·75 | 4·58 | 0·68 | 5·86 | 8·41 | 2·08 | 2·97 | 100·90 | 0·13 *Cl.* |
| Tephrit, Cova . . . . . . | 47·44 | 23·71 | 6·83 | 3·53 | 6·47 | 1·95 | 3·34 | 6·40 | 1·73 | — | 101·40 | — |
| Nephelinit, Povaçao . . . . | 46·95 | 21·59 | 8·09 | — | 7·97 | 2·49 | 2·04 | 8·93 | 2·09 | — | 100·15 | — |
| Plagioklasbasalt, R. Patas . . | 41·83 | 18·60 | 16·11 | — | 11·83 | 4·98 | 2·47 | 4·70 | 0·91 | — | 101·43 | — |
| Limburgit, Pedra Molar . . . | 41·12 | 10.17 | 2·60 | 9·82 | 14·90 | 13·34 | 2·27 | 6·61 | 0·67 | — | 101·50 | — |
| Nephelinit, Covao . . . . . | 41·09 | 18·35 | 14·89 | — | 8·79 | 1·78 | 3·14 | 8·79 | 1·26 | 2·11 | 100·65 | 0·45 *Cl.* |
| Nephelinbasalt, R. Patas . . . | 40·13 | 16·17 | 5·71 | 8·89 | 10·99 | 7·05 | 1·22 | 4·10 | 0·97 | — | 101·20 | 5.97 $CO_2$ |
| Auswürfling, Pico da Cruz . | 35·91 | 17·03 | 14·81 | — | 15·44 | 6·07 | 0·64 | 4·43 | 1·48 | 1·90 | 99·66 | 1·95 $Ti\,O_2$ |
| Phonolith, Praya S. Th. . . . | 53·80 | 23·59 | 3·57 | 1·88 | 2·26 | 0·87 | 4·77 | 9 05 | 1·50 | — | 101·29 | — |
| Pyroxenit-(Tephrit), Picos . . | 45·04 | 16·04 | 7·10 | 8·23 | 10·19 | 4·46 | 2·85 | 6·11 | 0·33 | — | 100·35 | — |
| Basanit, Pico . . . . . . | 43·09 | 17·45 | 18·99 | — | 9·76 | 4·63 | 1·81 | 5·02 | 0·33 | — | 101·08 | — |
| Limburgit, Tarrafal . . . . | 42·69 | 14·14 | 15·86 | — | 11·59 | 9·06 | 1·75 | 3·12 | 1·71 | — | 99·92 | — |
| Plagioklasbasalt, Picos . . . | 42·65 | 15·35 | 6·46 | 8·19 | 11·96 | 7·14 | 1·47 | 5·02 | 1·28 | — | 99·52 | — |
| Limburgit, Orgaos . . . . . | 40·28 | 18·18 | 17·07 | — | 13·58 | 5·32 | 1·43 | 4·38 | 1·20 | — | 101·39 | — |
| Tephrit, S. Vincent . . . . | 43·07 | 16·11 | 15·42 | — | 10·87 | 5·71 | 2·67 | 4·49 | 2·97 | — | 101·41 | — |
| Pyroxenit, Madeiral . . . . | 40·95 | 24·19 | 9·51 | — | 10·99 | 5·11 | 1·89 | 5·69 | 1·62 | spur. | 99·95 | — |
| Phonolith, Mayo . . . . . | 50.05 | 20 98 | 2·12 | 4·05 | 4·12 | 1·65 | 6·19 | 8·43 | 4·35 | — | 101·94 | — |
| Pyroxenit, Mayo . . . . . | 44·49 | 22·94 | 7·90 | 6·14 | 2·96 | 5·75 | 2·10 | 5 36 | 3 03 | — | 100·67 | — |

Phonolithen in chemischer Hinsicht die böhmischen überein, z. B. die von kl. Prusin und Haley-Kluk, nahe kommt ihnen auch der von mir untersuchte Phonolith vom Monte Ferru in Sardinien. Die typischen Phonolithe der Auvergne und Rhön sind meist mehr sauer. Ueber die Tephrite fehlen Vergleiche mit europäischen Vorkommen. Was das Leucit-Noseangestein anbelangt, so findet man Analoges in den Laacher-See-Gesteinen, z. B. in den Analysen Roth's der Riedener und Olbrücker Leucit-Noseangesteine, doch erreicht keines derselben im $Si\,O_2$-Gehalt jenes Gestein; mit dem Gestein von Vultur hat unseres weit weniger Aehnlichkeit, wie aus der Rammelsberg'schen Analyse hervorgeht.[1])

Die Plagioklasbasalte Böhmens enthalten weit mehr Thonerde als die capverd'schen, besser stimmen mit letzteren die von Möhl untersuchten Dolerite des Meissner und vom Scheidsberg. Von den Nepheliniten stimmt der von der Povaçao einigermassen mit dem von Rosenbusch analysirten vom Katzenbuckel,[2]) der vom Covao mit dem der Eifler Laven überein, doch ist der Kalkgehalt etwas geringer. In Bezug auf die Nephelinbasalte wären zu vergleichen die von Hussak untersuchten Basaltlaven der Eifel. Von den wenigen Limburgiten von anderen Punkten, die bisher untersucht wurden, kommt der von Palma[3]) dem unserigen sehr nahe. Dass die Tachylite von den Pyroxeniten recht verschieden sein können, beweisen Möhl's Analysen des Saesebühler und Sababurger Vorkommens.[4])

Dort wo kleinere Schollen von Kalksteinen durch grössere Massen von Lava erfasst wurden, sind Contacterscheinungen zu beobachten. Bildung von grosskörnigem Marmor, Dolomitisirung, Serpentinbildung oder Entstehung von Contactzonen von Epidot- und Granat-Krystallen, wurden mehrfach beobachtet und erregen das Interesse, weil namentlich die Bildung von Mineralien im Contacte mit jüngeren Eruptivgesteinen sehr selten ist.[5])

---

[1]) Z. d. d. geolog. Gesellsch., 1860.

[2]) Der Nephelinit vom Katzenbuckel, 1869.

[3]) v. Wervecke. N. J. f. M., 1879.

[4]) Möhl, N. J. f. M., 287.

[5]) R. Hoernes beschrieb ein solches Vorkommen von Granatfels auf Samothrake, doch findet sich der Granat nicht direct im Contact von Kalk mit Lava.

Auf den Inseln Brava und Antao wurde das Vorkommen von vielen kohlensäurehaltigen Mineralquellen, zum Theile mit höherer Temperatur constatirt.

Die im vorhergehenden beschriebenen Mineralien sind vielfach interessant. Die isolirten Orthoklase sind sehr natronreich, bei dem von Praya aus dem Phonolith stammenden ist der Natrongehalt etwas höher als der Kaligehalt, die Bestimmung der A. Sch. ergab aber einen monoklinen Feldspath und die Beobachtung im convergenten Licht bestätigt dies, allerdings kann nicht nachgewiesen werden, ob alles Natron aus demselben stammt, oder ob nebenbei noch etwas Oligoklas vorkommt, aber jedenfalls kann nur ein sehr kleiner Theil des *Na* in letzterem enthalten sein, da eine Reihe von untersuchten Krystallen monoklin befunden wurde. — Die Plagioklase sind in den verschiedenen Gesteinen verschieden, scheinen aber der Majorität nach Kieselsäureärmere zu sein, wahrscheinlich kommen in einem und demselben Gesteine sehr häufig mehrere, verschiedenen Mischungen entsprechende Plagioklase vor. Am sauersten sind die Plagioklase jedenfalls in den Tephriten.

Die Augite sind in den einzelnen Gesteinen ebenfalls sehr verschieden; bald sind sie natronhaltig, bald nicht, die meisten aber haben einen niederen Kieselsäuregehalt, welcher oft bis unter 40 Perc. herabsinkt, solche Augite enthalten weit mehr $R_2 O_3$, als die bisher untersuchten, und bestätigen die Existenz der Verbindung $R^{II} R^{III}_2 Si O_6$. In manchen natronhältigen ist der $Si O_2$-Gehalt derart gering, dass die Annahme eines Silicates $Na_2 Si_3 O_9$ oder auch die des Akmit-Silicates nicht möglich erscheint, und man gezwungen ist, die Existenz eines basischen Silicates

$$Na_2 R^{III}_2 Si O_{12}$$

anzuerkennen. Eine Berechnung dieser interessanten Augite soll indessen an anderer Stelle gegeben werden. Von den drei untersuchten Haüynen waren zwei Natronhaüyne; der vom Siderao ist ein reiner Nosean, trotz seiner Aehnlichkeit mit typischen Kalkhaüynen.

Auch die Olivine sind untereinander sehr verschieden, indem das Verhältniss $Fe : Mg$ ein sehr wechselndes ist, womit auch die verschiedene Schmelzbarkeit übereinstimmt. Aus den Analysen geht weiterhin hervor, dass die Nepheline der hier untersuchten

Gesteine stärker kalihaltig sind, als die meisten der früher untersuchten, indem auf ein $K_2O$ nur drei, bisweilen nur zwei $Na_2O$ fallen. Folgende Mineralien nehmen Theil an der Zusammensetzung unserer Laven (der Häufigkeit nach geordnet): Augit, Plagioklas, Nephelin, Orthoklas, Olivin, Hornblende, Haüyn, Magnetit, Leucit, Biotit, Titanit, Granat. Die Mineralien der Trachytreihe: Quarz und Tridymit fehlen ihnen gänzlich, sonst sind aber fast alle vulcanischen Mineralien vertreten. Gegenüber anderen Vulcangebieten ist das Vorherrschen von Augit, Nephelin und auch Haüyn bemerkenswerth. In Bezug auf die Mineralcombinationen sind Nephelin-Augitgesteine (mit oder ohne Olivin) die häufigsten, dann folgen Nephelin-Plagioklas- oder Nephelin-Orthoklasgesteine und Plagioklas-Augit-Olivingesteine.

Die Laven der capverd'schen Vulcane bieten demnach, eine Fülle interessanter Mineralien und Mineralcombinationen, und kann ich nur bedauern, dass es mir wegen mancherlei Schwierigkeiten und Unglücksfällen, zu denen ich vor Allem den Verlust einer Anzahl von Gesteinen rechnen muss, nicht möglich war, eine eingehende Untersuchung des Gesteinsmaterials sämmtlicher Vulcane zu geben, doch hoffe ich, schon durch das hier Gebotene zu weiteren Arbeiten angeregt zu haben.

---

## Errata und Zusätze.

P. 9 Z. 3 unten statt 70' lies 70°.

P. 34 Z. 4 oben statt Syenit, Diorit, lies syenit- und dioritähnlichen Gesteinen.

Zu p. 68 ist zu bemerken, dass mir die Methode von Behrens erst nach Abschluss meiner Arbeiten bekannt wurde.

P. 71 Z. 12 unten statt *Mg.* lies *Mn.*

Zu p. 71: Um die Aehnlichkeit mit chemischen Formeln zu vermeiden, ist es vielleicht zweckmässig, Kommata zwischen die einzelnen Symbole zu setzen.

P. 77 Z. 7 unten ist nach „Plagioklase“ einzuschalten: zu nennen.

## Erläuterungen zu den Abbildungen.

Die Ansicht pag. 13 zeigt die Chada lagoa mit ihren zahlreichen Kegeln, welche auf der Karte durch einige Hügel zwischen Maroços und Aguas Caldeiras angedeutet sind.

Die Ansicht pag. 33 zeigt von links den Topo mit seinem doppelten Krater, daneben das Campo grande mit den Kratern der Renha Perna, des Mor Traversado und der Lagoinha, rechts das Campo Redondo, dahinter den Covao; links vom Topo erscheint der Figueiral, hinter ihm der Siderao und die Penella; ganz im Hintergrunde sind die Inseln S. Vincent und S. Nicolao sichtbar (zu bemerken ist, dass auf Tafel I. der Name R. das Patas um einige Millimeter zu weit links verschoben ist).

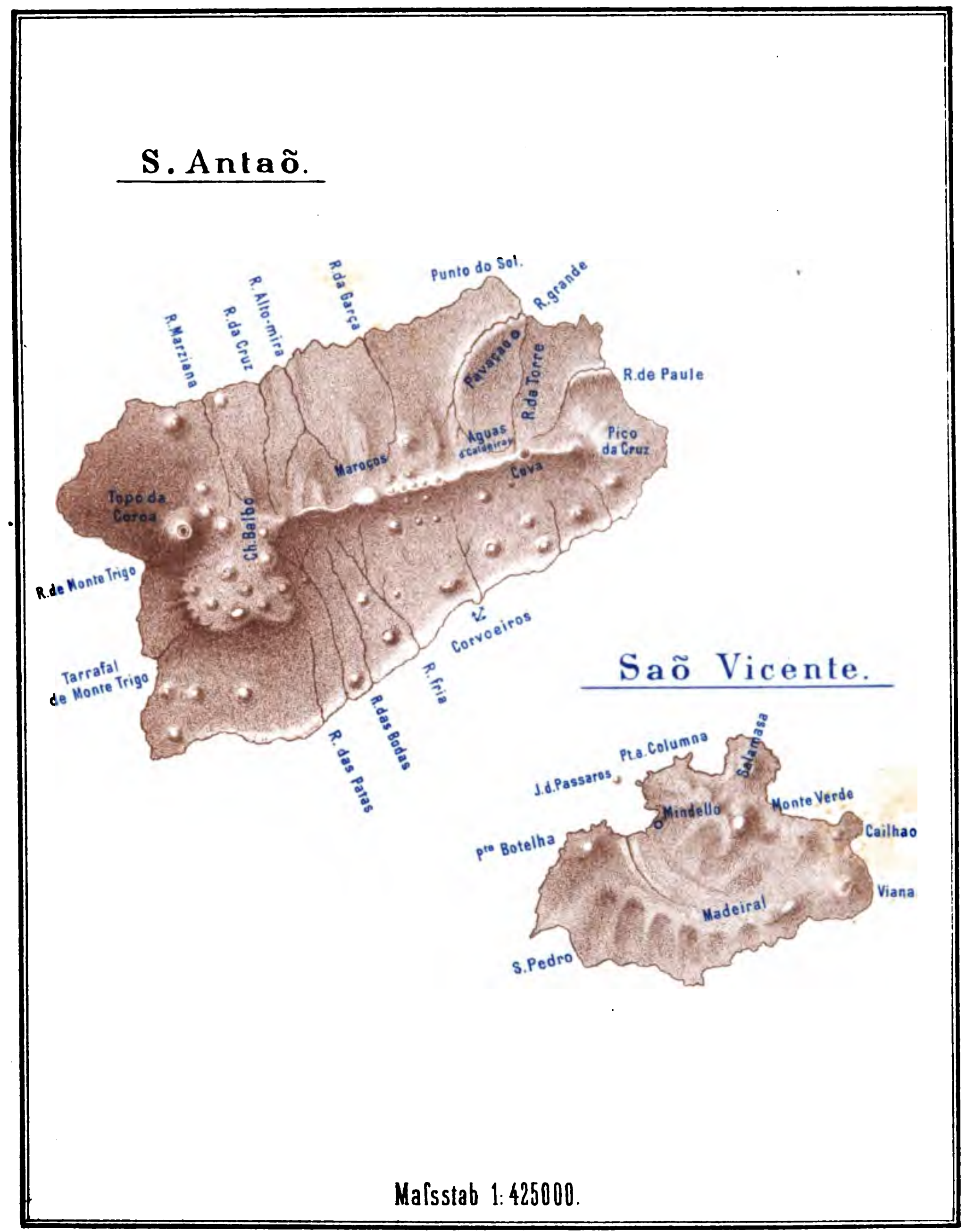
Die dritte Ansicht zeigt im Vordergrund links, den Steilabhang der Punta Columna und des Monte Verde, rechts den der Punta Botelha; dahinter ist das Dorf Mindello und weiterhin der Madeiral sichtbar. Die kleine Insel vor dem Hafen ist die Ilha des Passaros.

# Inhalt.

## Topographisch-geologischer Theil.

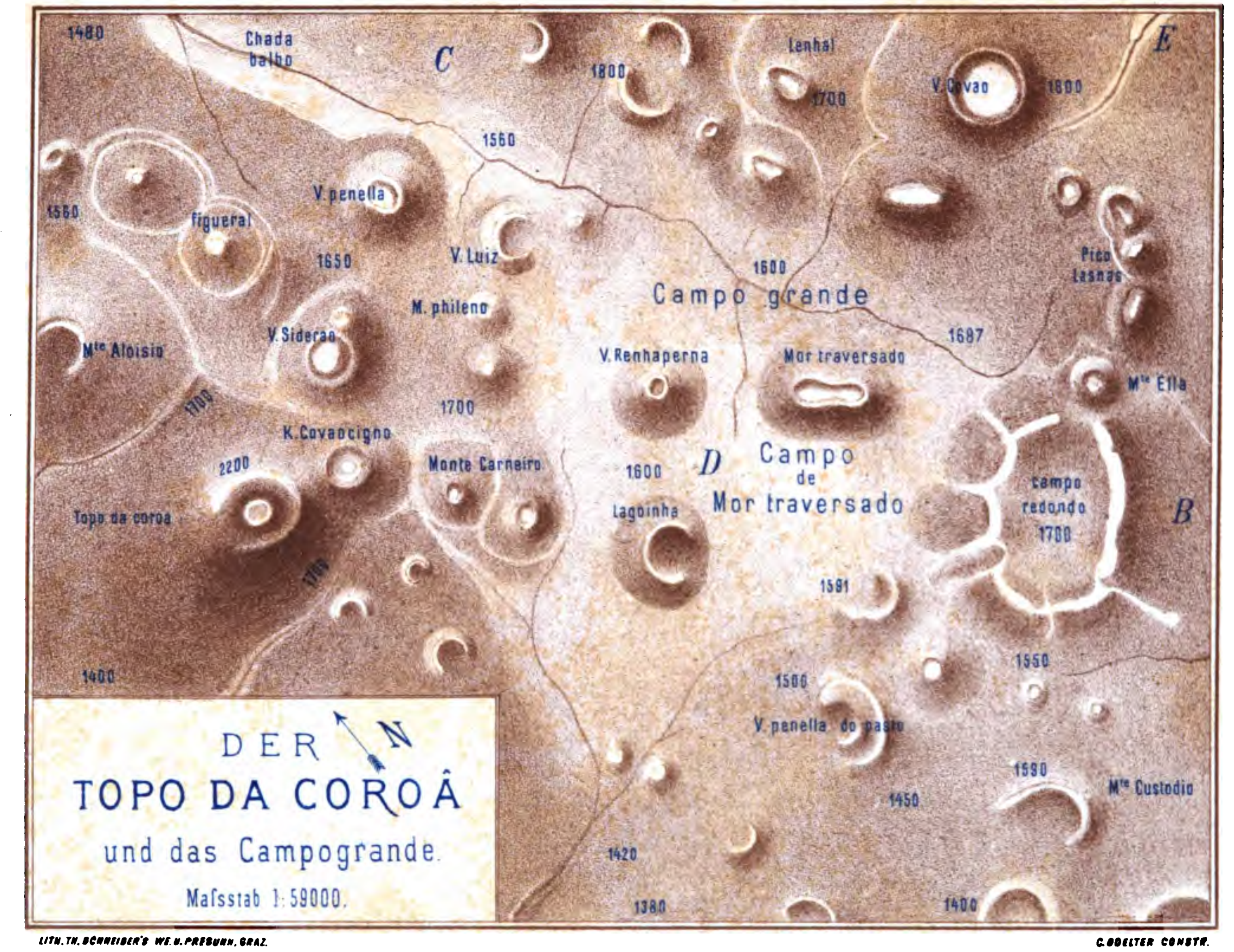


## Petrographisch-mineralogischer Theil.



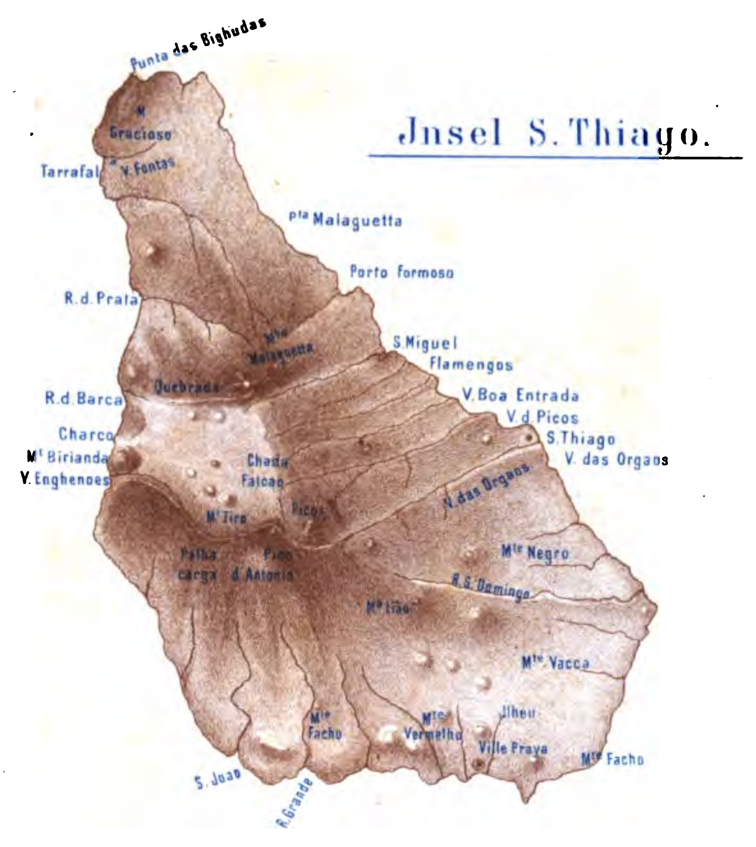

LIT. TH. SCHNEIDER'S WE. U. PRESSUHN, GRAZ. C. DOELTER CONSTR.

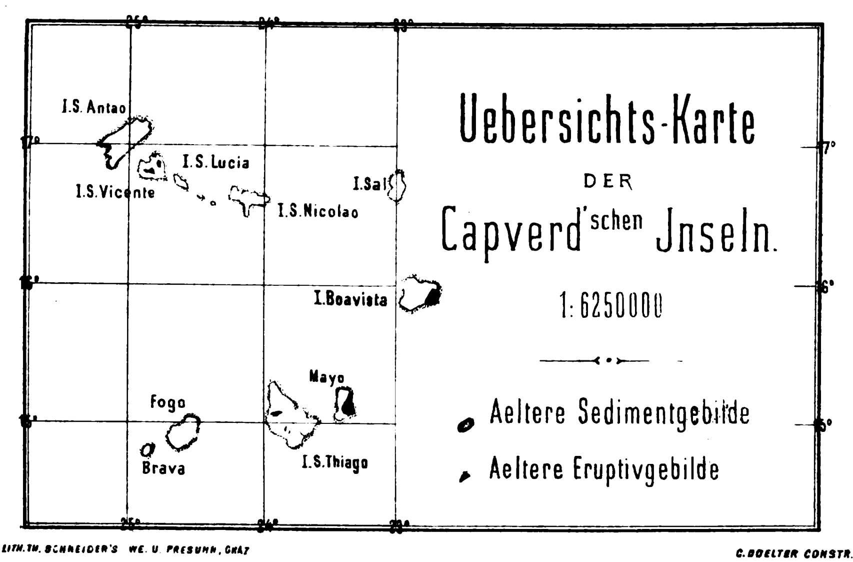
Taf. II.



1480
Chada balbo
C
1800
Lenhal
1700
V. Covao
1800
E
1560
1560
V. penella
figueral
1650
V. Luiz
1600
Campo grande
Pico Lasnas
M. phileno
V. Siderao
Mte Aloisio
V. Renhaperna
Mor traversado
1687
Mte Ella
1700
1700
K. Covaocigno
2200
Monte Carneiro
1600
D
Campo de Mor traversado
Lagoinha
campo redondo 1700
B
Topo da coroa
1591
1400
1550
1500
V. penella do pasto
1590
Mte Custodio
1450
1420
1380
1400
DER
N
TOPO DA COROÂ
und das Campogrande.
Mafsstab 1:59000.
LITH. TH. SCHNEIDER'S WE. U. PRESUHN, GRAZ.
C. DOELTER CONSTR.

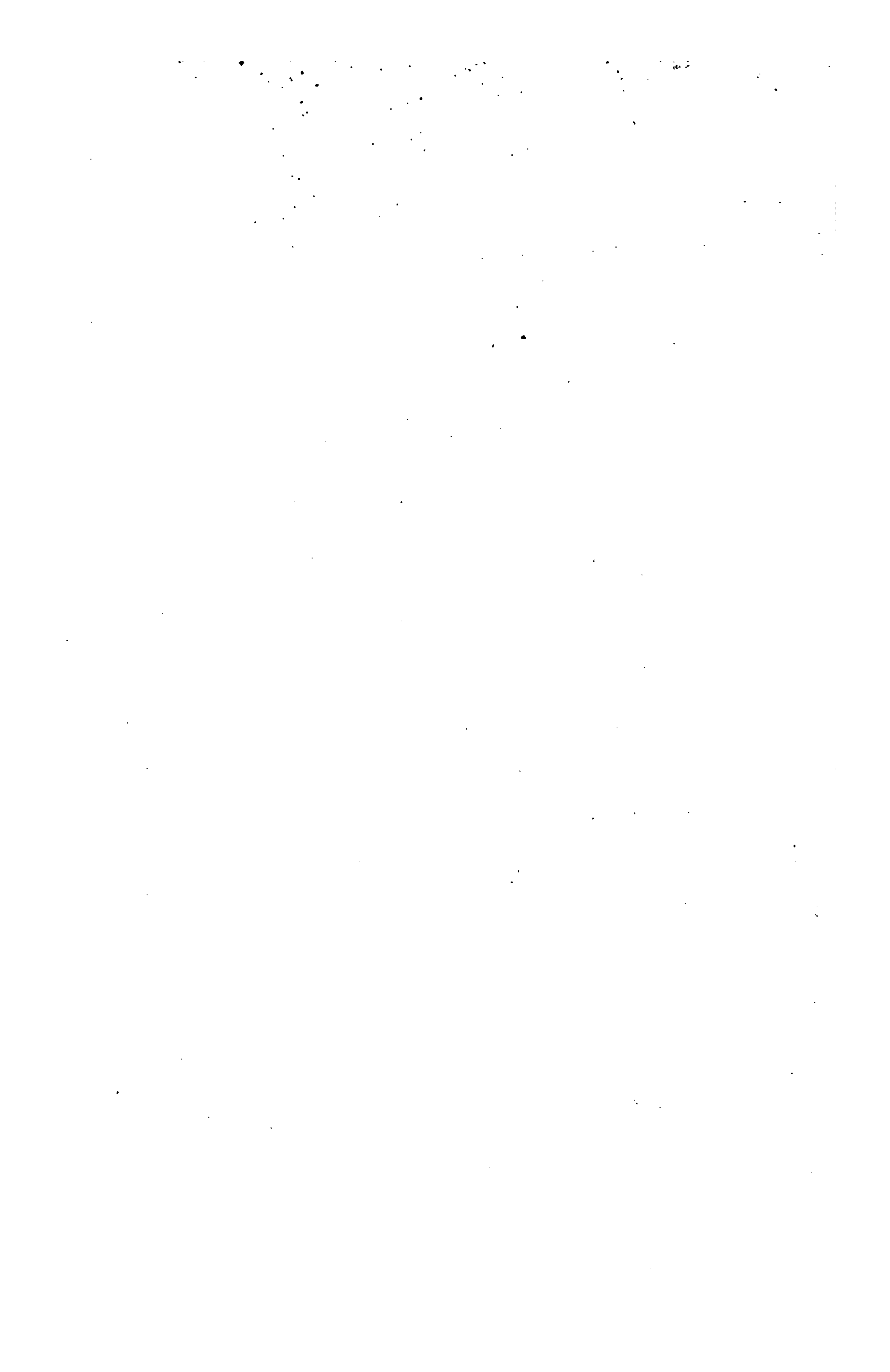
Taf. III.




LITH. TH. SCHNEIDER'S WE. U. PRESUHN, GRAZ

C. DOELTER CONSTR.





Buchdruckerei Styria in Graz.



